

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava 2010

Bc. Zdeněk VRÁNA

**VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky**

**Zkratové výpočty části ES ČR
plánované se záměnou transformátorů
řady 250 MVA na 350 MVA**

**Short-circuit Current Calculation in the
Part of Electric Network with Planned
Transformer Changing from 250 MVA
to 350 MVA**

Ostrava 2010

Bc. Zdeněk VRÁNA

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Zdeněk Vrána**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: Zkratové výpočty části ES ČR plánované se záměnou transformátorů
řady 250 MVA na 350 MVA
Short-circuit Current Calculation in the Part of Electric Network with
Planned Transformer Changing from 250 MVA to 350 MVA

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor sítí vvn a zvn
2. Teorie zkratových výpočtů
3. Současný stav PS ČR
4. Výhled lokalit s uvažovanou změnou transformačních vazeb
5. Výpočty sítě výpočty před a po výměně transformátorů
6. Vyhodnocení výpočtů, poznatky a zjednodušené odhady navýšení zkratových poměrů

Seznam doporučené odborné literatury:

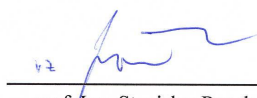
1. Hradílek Z. : Elektroenergetika, skripta VŠB Ostrava 1992
2. Santarius P. : Elektrické stanice a vedení, skripta VŠB Ostrava 1990
3. Hodinka, M., Fecko, Š., Němeček, F.: Přenos a rozvod elektrické energie. SNTL 1989 Praha
4. Kolcun M. a kol. : Riadenie prevádzky elektrizačnej sústavy, vydavateľstvo Mercury 2002
5. Technická dokumentace ČEPS, a.s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.**

Datum zadání: 20.11.2009

Datum odevzdání: 20.08.2010


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 1. května 2010

.....
Bc. Zdeněk Vrána

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Stanislavu Ruskovi, CSc., jehož odborné znalosti, cenné informace a strávený čas daly možnost vzniknout této práci, a rovněž panu Ing. Miloslavu Matysovi za praktické rady při řešení této problematiky a poskytnutí podkladů pro vypracování této diplomové práce.

Abstrakt

V této diplomové práci je zachycen současný stav přenosové soustavy České republiky a její budoucí modernizace a rozšíření vzhledem k narůstající spotřebě elektrické energie v severovýchodní oblasti České republiky, k narůstajícímu počtu obnovitelných zdrojů připojených do elektrizační soustavy a především k požadavkům trhu s elektrickou energií. Snahou této diplomové práce je teoreticky popsat elektrizační soustavu, přechodové jevy v ní a jejich výpočet. Dále popsat současný stav přenosové soustavy a její možnou obnovu a rozšíření vzhledem k technickým a finančním možnostem provozovatele, spolehlivosti, k požadavkům dodavatelů a odběratelů elektrické energie. Je nutno si uvědomit, že narůstající spotřeba elektrické energie na jedné straně a plánovaná výstavba obnovitelných zdrojů elektrické energie na druhé straně klade značné požadavky na přenosovou soustavu, její možnosti a spolehlivost.

Klíčová slova

Přenosová soustava, distribuční soustava, elektrizační soustava, elektrické stanice, rozvodna, transformátor, vedení, přechodové jevy, zkrat, střídavý model - AC Load Flow, stejnosměrný model - DC Load Flow.

Abstract

In this work, are reflected the current state of the transmission system in the Czech Republic and its future modernization and expansion due to increasing consumption of electricity in the northeastern Czech Republic, the growing number of renewable energy sources connected to the electricity system and in particular to the requirements of the electricity market. The objective of this thesis is to theoretically describe the electricity grid, transient phenomena in it and their calculation. Further describe the current state of the transmission system and its possible renewal and extension of the technical and financial possibilities of service, reliability, requirements for suppliers and purchasers of electricity. It should be noted that the increasing electricity consumption on the one hand, and the planned development of renewable energy on the other hand, places significant demands on the transmission system, its capabilities and reliability.

Keywords

Transmission system, distribution system, electricity system, power station, substation, transformer, wiring, transients, short circuit, alternating current - AC Load Flow, Model DC - DC Load Flow,

Seznam použitých symbolů a zkratk

Značka	Veličina	Jednotka
vvn	velmi vysoké napětí	
zvn	zvlášť vysoké napětí	
kV	napětí	kilo volt
kA	proud	kilo ampér
PS	přenosová soustava	
ES	elektrizační soustava	
B	kapacitní svod vedení	μS
I_{dov}	dovolené proudové zatížení vedení	A
G	příčný svod vedení	μS
R_{m}	měrný odpor na 1 km	Ω/km
X_{m}	měrná reaktance na 1 km	Ω/km
B_{m}	měrný kapacitní svod na 1 km	TS/km
I_{max}	dovolený proud typu	A
G_{m}	měrný činný svod na 1 km	TS/km
S_{n1}	jmenovitý zdánlivý výkon primáru transformátoru	MVA
S_{n2}	jmenovitý zdánlivý výkon sekundáru transformátoru	MVA
S_{n3}	jmenovitý zdánlivý výkon terciáru transformátoru	MVA
E_{k12}	napětí nakrátko primáru při měření mezi primárem a sekundárem dle výkonu sekundáru (S_{n2})	%
E_{k13}	napětí nakrátko primáru při měření mezi primárem a terciárem pro výkon terciáru (S_{n3})	%
E_{k23}	napětí nakrátko sekundáru při měření mezi sekundárem a terciárem pro výkon terciáru (S_{n3})	%
D_{pk12}	ztráty nakrátko při měření mezi primárem a sekundárem (pro 3 fáze)	kW
D_{pk13}	ztráty nakrátko při měření mezi primárem a terciárem (pro 3 fáze)	kW
D_{pk23}	ztráty nakrátko při měření mezi sekundárem a terciárem (pro 3 fáze)	kW
D_{po}	ztráty naprázdno (pro 3 fáze)	kW
I_{o}	proud naprázdno	%
U_{n1}	jmenovité napětí primární strany transformátoru	kV
U_{n2}	jmenovité napětí sekundární strany transformátoru	kV
U_{n3}	jmenovité napětí terciární strany transformátoru	kV
Krok	hodnota přidavného napětí pro jednu odbočku	%
Odb+	maximální odbočka	-
Odb-	minimální odbočka	-
Akt. Odb.	aktuální odbočka	-

Typ reg.	Typ regulace na transformátoru na straně koncového uzlu (na sekundáru)
----------	---

-

Obsah diplomové práce:

Obsah	9
Úvod	11
1. Teoretický rozbor sítí vvn a zvn	12
1.1. Elektrizační soustava a její části	11
1.2. Požadavky na elektrizační soustavu	13
1.3. Struktura elektrizační soustavy	14
1.3.1. Elektrické sítě	14
1.3.2. Zdroje	15
1.3.3. Elektrické stanice	15
1.4. Přenosová soustava ČR	15
1.4.1. Přenosová soustava ČR	15
1.4.2. Zařízení přenosové soustavy	15
2. Teorie zkratových výpočtů	17
2.1. Definice a rozdělení přechodových jevů	17
2.1.1. Stavy ES	17
2.1.2. Z hlediska použití parametrů	17
2.1.3. Metody řešení	17
2.1.4. Klasická metoda	17
2.2. Elektromagnetické přechodné jevy v ES	17
2.2.1. Příčiny	17
2.2.2. Zkrat	18
2.2.3. Účinky zkratu	18
2.3. Trojfázový zkrat napájený ideálním napětovým zdrojem	18
2.3.1. Řešení klasickou metodou	19
2.3.2. Charakteristické hodnoty ideálního zdroje	22
2.3.3. Ve složitějších obvodech	23
2.3.4. Zjednodušeně	23
2.3.5. Doba trvání zkratu	23
2.3.6. Vypínací zkratový proud	24
2.3.7. Ekvivalentní oteplovací proud	25
2.3.8. Počáteční rázový zkratový proud	26
3. Současný stav PS ČR	27
3.1. Společnost ČEPS, a.s.	28
3.2. Přenosová soustava České republiky – současný stav	29
3.2.1. Zařízení přenosové soustavy ČR	29
3.2.2. Struktura instalovaného výkonu elektráren ČR	30
3.2.3. Vývoj instalovaného výkonu	30
3.2.4. Vývoj brutto výroby	30
3.2.5. Vývoj brutto spotřeby	31
3.2.6. Bilance elektrické energie ČR	31

3.2.7. Bilance elektrické energie přenosové soustavy	31
3.2.8. Zahraniční spolupráce – roční toky energie	32
3.3. Energetický zákon č. 458/2000 Sb.	32
3.4. Kodex přenosové soustavy	32
3.4.1. Kodex PS	33
3.4.2. Obsah jednotlivých částí kodexu	33
4. Výhled lokalit s uvažovanou změnou transformačních vazeb	34
4.1. Plánování rozvoje PS	34
4.2. Časové členění plánování rozvoje	35
4.2.1. Dlouhodobý rozvoj PS	35
4.2.2. Střednědobý rozvoj PS	35
4.2.3. Krátkodobý rozvoj PS	35
4.3. Rozvoj konfigurace přenosové soustavy	35
4.3.1. Přenosová schopnost vedení 220 kV	35
4.3.2. Přenosová schopnost vedení 400 kV	36
4.4. Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV	36
4.4.1. Výchozí pramen, jednotky resp. ukazatele	36
4.4.2. Rozvoj transformační vazby PS/110 kV určují následující faktory	37
4.4.2.1. Způsob provozu sítí 110 kV	37
4.4.2.2. Přenosová schopnost sítí 110 kV PDS mezi jednotlivými samostatně pracujícími oblastmi	37
4.4.2.3. Velikost zdrojů zapojených do oblasti 110 kV	37
4.4.3. Rozvoj uzlů PS bude realizován při dodržování následujících podmínek	37
4.5. Investiční plán ČEPS, a.s.	38
5. Výpočty sítě, výpočty před a po výměně transformátorů	41
5.1. Výpočetní program GLF/AES	42
5.1.1. Funkce programu	42
5.1.2. Použité metody výpočtů	42
5.1.2.1. Střídavý model (AC Load Flow)	42
5.1.2.2. Stejnoseměrný model (DC Load Flow)	42
5.2. Výpočty	43
5.2.1. Rozvodna Horní Životice	43
5.2.2. Rozvodna Nošovice	52
5.2.3. Rozvodna Čebín	66
6. Vyhodnocení výpočtů, poznatky a zjednodušené odhady navýšení zkratových poměrů	84
6.1. Úroveň zkratových proudů v PS	84
6.2. Vyhodnocení výpočtů, poznatky a zjednodušené odhady navýšení zkratových poměrů	85
Závěr	86
Literatura	87

Úvod

Elektrizační soustava slouží k přenosu a rozvodu elektrické energie z místa výroby až do místa spotřeby. Je to soubor zařízení pro výrobu, přenos a spotřebu elektrické energie. Může být provozována samostatně nebo jako část propojené elektrizační soustavy. Skládá se obvykle ze soustav přenosových a soustav rozvodných (distribučních).

Úkolem přenosové soustavy je přenesení elektrické energie vyrobené v elektrárnách na velké vzdálenosti s vysokou účinností tak, aby byla rovnoměrně k dispozici na celém území. Přenos se uskutečňuje venkovními vedeními 400 kV a 220 kV. Přenosová soustava se provozuje jako zkruhována a je do ní paralelně připojena většina elektráren.

Přenosovou soustavu v České republice provozuje ze zákona společnost ČEPS a.s. Řídí se zákonem č. 458/200 Sb., energetickým zákonem a pravidly provozování přenosové soustavy jenž jsou popsany v Kodexu přenosové soustavy.

V posledních letech jsou na přenosovou soustavu kladeny značné nároky z důvodu výrazného nárůstu spotřeby elektrické energie v severovýchodní oblasti přenosové soustavy ČR, modernizace a posilování zdrojů elektrické energie v severozápadní oblasti ČR, k narůstajícímu počtu obnovitelných zdrojů připojených do elektrizační soustavy a především k požadavkům trhu s elektrickou energií.

To vede k nutnosti rozvoje přenosové soustavy a její modernizaci. Modernizovat bude nutné stávajících vedení a rozvodny, kdy u rozvodů budou v konečném stavu osazeny maximálně tři transformátory 350 MVA na rozvodu. Rozvoj přenosové soustavy představuje výstavbu nových rozvodů a vedení.

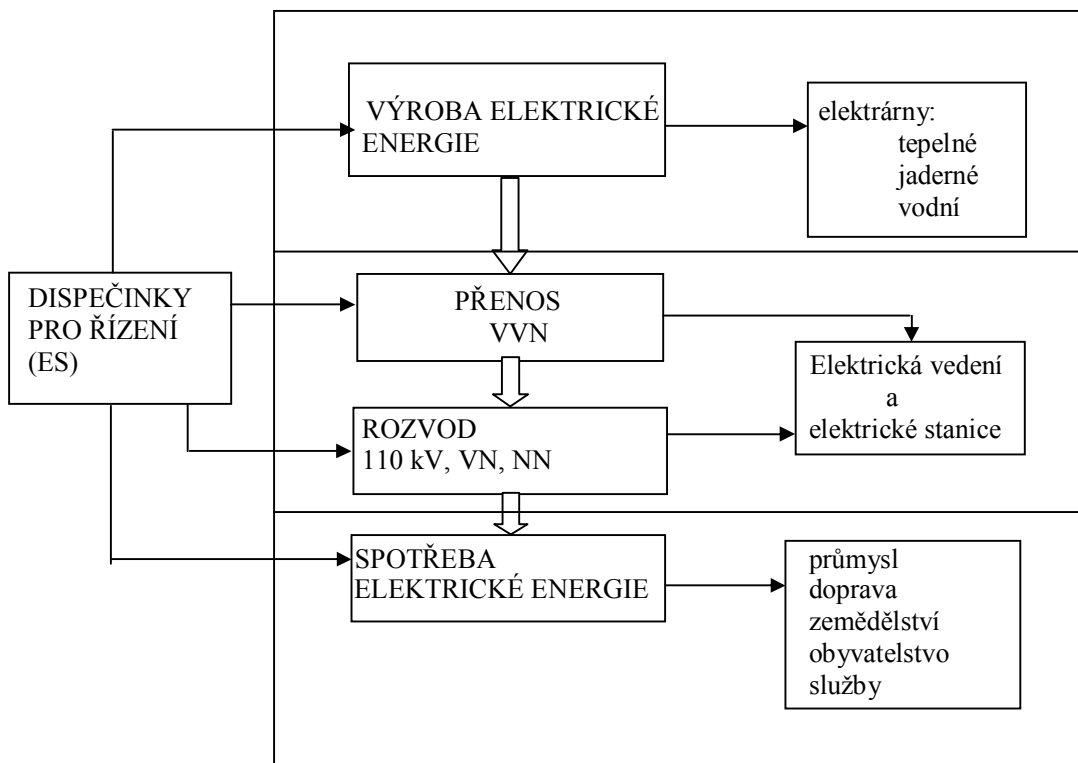
Snahou této diplomové práce je teoreticky popsat elektrizační soustavu, přechodové jevy v ní a jejich výpočet. Dále popsat současný stav přenosové soustavy a její možnou obnovu a rozšíření vzhledem k technickým a finančním možnostem provozovatele, spolehlivosti, k požadavkům dodavatelů a odběratelů elektrické energie.

1. Teoretický rozbor sítí vvn a zvn

1.1. Elektrizační soustava a její části

1.1.1. Elektrizační soustava

Elektrizační soustava slouží k přenosu a rozvodu elektrické energie z místa výroby až do místa spotřeby. Je to soubor zařízení pro výrobu, přenos a spotřebu elektrické energie. Může být provozována samostatně nebo jako část propojené elektrizační soustavy. Skládá se obvykle ze soustav přenosových a soustav rozvodných (distribučních).



Úkolem přenosové soustavy je přenesení elektrické energie vyrobené v elektrárnách na velké vzdálenosti s vysokou účinností tak, aby byla rovnoměrně k dispozici na celém území. Přenos se uskutečňuje venkovními vedeními 400 kV a 220 kV. Přenosová soustava se provozuje jako zkrhována a je do ní paralelně připojena většina elektráren.

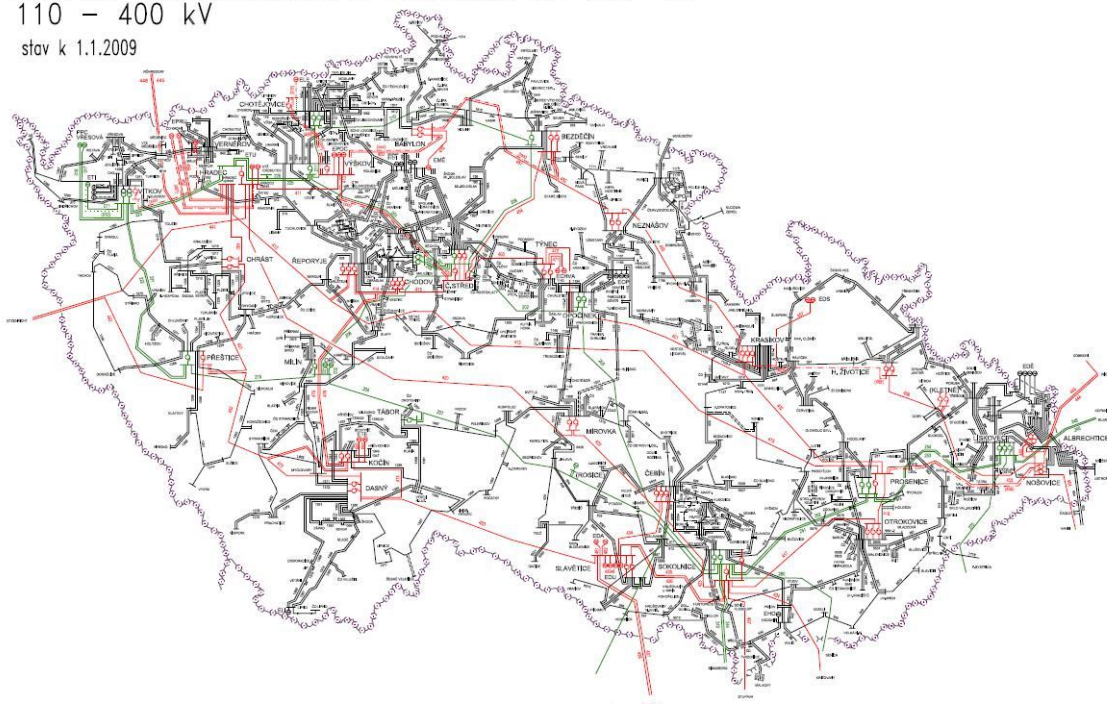
Distribuční soustava je napájena z uzlových stanic 400, 220 / 110 kV z přenosové soustavy. Na tyto elektrické stanice je napojena veřejná distribuční soustava, která má charakter venkovského nebo městského rozvodu. Z veřejné distribuční soustavy jsou napájeny elektrickou energií průmyslové závody a elektrická trakce. V průmyslovém závodu navazují na veřejnou distribuční soustavu tzv.

průmyslové rozvody, pro napájení elektrické trakce slouží trakční rozvody. Z veřejné distribuční soustavy je zásobováno el. energií také zemědělství, nevýrobní sféra a obyvatelstvo ve městech a na venkově.

Hlavními částmi přenosové i distribuční soustavy jsou elektrická vedení a elektrické stanice. Přitom elektrická vedení a elektrické stanice stejného napětí tvoří elektrickou síť. Různé sítě jsou mezi sebou propojeny transformátory nebo usměrňovači.

V sítích různých úrovní napětí se přednostně řeší různé problémy. V přenosové soustavě se jedná zejména o stabilitu přenosu elektrické energie, zkratové proudy, izolační problémy. V sítích vn a nn jsou důležité zkratové proudy, omezení ztrát, v sítích nn zejména dodržení dovolených úbytků napětí u spotřebičů.

SCHÉMA DISTRIBUČNÍCH A PŘENOSOVÝCH SÍTÍ ČR
110 – 400 kV
stav k 1.1.2009



Přenosové soustavy slouží k přenosu velkých výkonů mezi hlavními uzly elektrizační soustavy. Přenosovou soustavu v České republice provozuje ze zákona společnost ČEPS a.s. Řídí se zákonem č. 458/2000 Sb., energetickým zákonem a pravidly provozování přenosové soustavy jenž jsou popsány v Kodexu přenosové soustavy.

Distribuční soustavy mají za úkol rozdělit elektrickou energii z napájecího uzlu do jednotlivých skupin nebo oblastí spotřebičů, popř. k jednotlivým spotřebičům. Veřejné rozvodné soustavy slouží k napájení oblastí terciální sféry (byty, občanská vybavenost) a jsou z nich napájeny i rozvodné sítě průmyslové, zemědělské a dopravní. Distribuční soustavu v České republice provozují tři distribuční společnosti, a to ČEZ a.s., EON a.s. a Pražská energetika, a.s.

[6, 8, 9, 11]

1.2. Požadavky na elektrizační soustavu

Aby elektrizační soustava mohla plnit úkoly, které pro ni vyplývají z rozvoje hospodářství, musí tato soustava i každá její část nejvhodnějším způsobem plnit tyto požadavky:

- zajišťovat bezpečnost osob,
- zajišťovat dostatečnou, spolehlivou a kvalitní dodávku elektrické energie spotřebitelům,
- výrazně snižovat pracnost prací v provozu a v údržbě soustavy
- pracovat s vysokou účinností,
- pracovat s vyššími parametry a s větším počtem zdrojů a elektrických stanic,
- využívat odpadního tepla,
- umožňovat řízení odběru elektrické energie,
- být materiálově nenáročná (zejména pokud jde o deficitní materiály),
- zabraňovat nepříznivým vlivům soustavy na okolí (na životní prostředí).

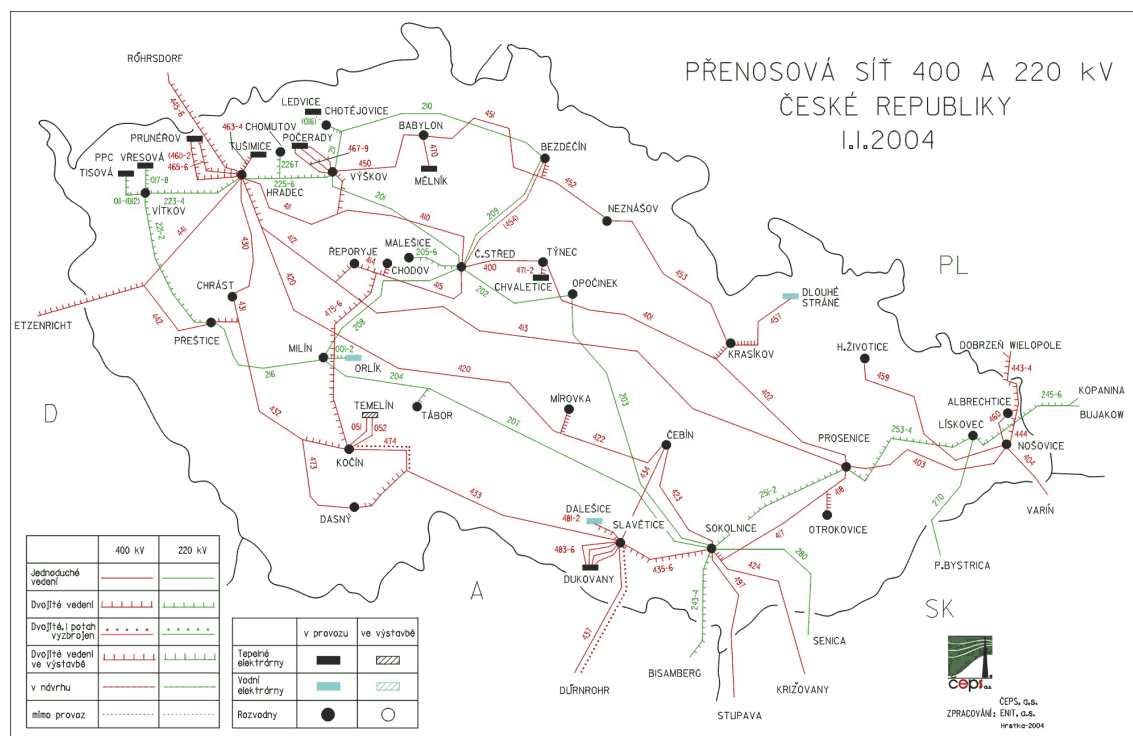
1.3. Struktura elektrizační soustavy

Elektrizační soustavy jsou tvořeny jednotlivými sítěmi, zdroji a elektrickými stanicemi.

1.3.1. Elektrické sítě

Elektrickými sítěmi se rozumějí souhrny všech galvanicky spojených částí téhož napětí. V rámci elektrizační soustavy můžeme mluvit o sítích 400 kV, 220 kV, 110 kV, 22 kV apod. Sítě jednotlivých napěťových a proudových soustav jsou od sebe odděleny transformovny nebo měnícími.

Elektrická energie se u nás přenáší soustavami 3 ~ 50 Hz 400 kV a 3 ~ 50 Hz 220 kV, obě s účinně uzemněným uzlem.



Části s napětím 220 kV se nebudou dále rozvíjet. Soustava nejvyššího napětí 400 kV je určena především pro dálkové přenosy velkých výkonů. Vyšší napětí se u nás dosud nepoužilo. V zahraničí jsou provozovány přenosové soustavy s napětími 220 kV, 330 kV, 500 kV, 750 kV a 1150 kV.

1.3.2. Zdroje

Zdroje (elektrárny) jsou buď přímo zapojeny do soustav 400 kV nebo 220 kV, popř. jsou zapojeny do sítí 110 kV, které pracují do přenosových soustav přes zvyšovací transformátory. Uzly přenosové soustavy jsou tvořeny elektrickými stanicemi, jejichž funkcí je spínat různé větve soustavy a obvykle v téže stanici transformovat elektrickou energii na jiné napětí, většinou na distribuční napětí 110 kV v transformovnách 400/110 kV, popř. 220/110 kV. Z těchto stanic jsou pak napájeny veřejné rozvodné soustavy.

1.3.3. Elektrické stanice

Elektrické stanice jsou nedílnými součástmi elektrizačních soustav. Jsou jimi propojeny sítě různých proudových a napěťových soustav a přes ně se také jednotlivé sítě navzájem ovlivňují. Musí proto být řešeny tak, aby umožňovaly všechny transfigurace soustavy, umožněné propojovanými sítěmi. Jejich umístění v soustavě musí být voleno optimálně.

Počet stanic vvn podél přenosového vedení se volí vzhledem k výši nákladů minimální. V České republice se do budoucna uvažuje se vzdáleností 59 km mezi transformačními stanicemi 400/110 kV pro zásobované území zhruba 10 000 km². Tok výkonu v transformátorech 400/110 kV je převážně ze strany vyššího napětí ke straně nižšího napětí. O velikosti transformátoru rozhoduje jen velikost toku výkonu, bez ohledu na jeho směr. Ve stanicích 400/110 kV se provozují jednotky o výkonu 250 MVA a 330 MVA.

[6, 10, 11]

1.4. Přenosová soustava ČR

1.4.1. Přenosová soustava ČR

Přenosovou soustavu (PS) v České republice provozuje ze zákona společnost ČEPS a.s. Řídí se zákonem č. 458/200 Sb., energetickým zákonem a pravidly provozování přenosové soustavy jenž jsou popsány v Kodexu přenosové soustavy.

ČEPS, a.s. zajišťuje přenos elektřiny, provoz, údržbu a rozvoj přenosové soustavy, dispečerské řízení elektrizační soustavy České republiky v reálném čase. Jako systémovou službu dále zpracovává a testuje plán obrany přenosové soustavy proti šíření poruch a plán obnovy elektrizační soustavy po rozsáhlých systémových poruchách. Technicky řídí systémové služby, jako je regulace výkonu a kmitočtu, regulace napětí a jalového výkonu a řídí potřebné výkonové rezervy.

1.4.2. Zařízení přenosové soustavy

Přenosovou soustavu ČEPS, a.s. tvoří 38 rozvodných zařízení 420 kV a 245 kV umístěných ve 30 transformovnách, dále 2 900 km tras vedení 400 kV a 1 440 km tras vedení 220 kV. Do přenosové soustavy patří i dvě rozvodny 123 kV a 105 km tras vedení 110 kV.

Z celkové délky vedení 110 kV až 400 kV (5 454 km) činí vedení vybavená optikou 2 628 km. Ve 30 transformovnách PS je celkový instalovaný výkon transformátorů 17 190 MVA a kompenzačních tlumivek 1 436 MVar.

Struktura zařízení přenosové soustavy je uvedena v následující tabulce:

Popis zařízení	Celkem ČR	Jednotky
Trasy vedení 400 kV	2 900	km
Trasy vedení 220 kV	1 440	km
Trasy vedení 110 kV	106	km
Délka vedení 400 kV	3 383	km
Délka vedení 220 kV	1 912	km
Délka vedení 110 kV	161	km
Zahraniční vedení 400 kV	10	ks
Zahraniční vedení 220 kV	6	ks
Zahraniční vedení 110 kV	0	ks
Rozvodny 420 kV	24	ks
Rozvodny 245 kV	14	ks
Rozvodny 123 kV	2	ks
Transformační výkon 400/220 kV	1 900	MVA
Transformační výkon 400/110 kV	11 290	MVA
Transformační výkon 220/110 kV	4 000	MVA
Transformační vazby 400/220 kV	4	ks
Transformační vazby 400/110 kV	41	ks
Transformační vazby 220/110 kV	20	ks
Kompenzační výkon 400 kV	660	MVar
Kompenzační výkon 35 kV	367	MVar
Kompenzační výkon 10 kV	409	MVar
Kompenzační uzly (tlumivky) 400 kV	4	ks
Kompenzační uzly (tlumivky) 35 kV	6	ks
Kompenzační uzly (tlumivky) 10 kV	9	ks

Typy vedení provozovaných ČEPS, a.s.:

Vedení	Jednoduché	Dvojité	Vícenásobné	Celkem
napětí sítě [kV]	délka trasy [km]			délka trasy [km]
400	2 391	507	2	2 900
220	962	478		1 440
110	50	56		106

Soustava 400 a 220 kV v České republice je koncipována tak, aby v konečném stavu bezezbytku splňovala kritérium (N - 1). Přísnější požadavky jsou kladené na zapojení jaderných elektráren. Instalovaný výkon JE musí být bezpečně vyveden i při výpadku dvou vývodů z elektrárenské rozvodny.

Rozvoj PS se řídí technicko – koncepčními standardy stanovenými v pravidlech pro provozování přenosové soustavy (Kodex PS).

[10, 11]

2. Teorie zkratových výpočtů

2.1. Definice a rozdělení přechodných jevů

Přechodné jevy v ES vznikají při přechodu ES z jednoho ustáleného provozního stavu do nového ustáleného provozního stavu. Mohou vznikat při manipulaci v ES, změně zatížení nebo při poruchách v ES.

2.1.1. Stavy ES

Základní provozní stav - rovnovážný stav (ustálený stav).

Přechodný stav

Přechodné jevy lze řešit - měřením - v reálné soustavě
- na fyzikálním modelu
- řešením matematického modelu na PC

2.1.2. Z hlediska použití parametrů

- | | |
|---|-------------------------------|
| - vlnové PJ – konečná rychlost, rozložené parametry | $\mu\text{s} \div \text{ms}$ |
| - elektromagnetické PJ – soustředné parametry, nekonečná rychlost | $\div 0.1 \text{ s}$ |
| - elektromechanické PJ – soustředěné parametry | $0.1\text{s} \div 10\text{s}$ |

2.1.3. Metody řešení

1. analytické
 - klasická metoda integrace
 - klasická metoda s užitím superpozice
 - operátorové metody
 - grafické metody (fázová rovina)
2. numerické
3. analogové počítače
4. metody využívající známých (vyřešených) hodnot

2.1.4. Klasická metoda

$$y(t) = y_v(t) + y_u(t)$$

y_v - volná složka (obecné řešení homogenní diferenciální rovnice)
 y_u - partikulární řešení nehomogenních diferenciálních rovnic

2.2. Elektromagnetické přechodné jevy v ES

2.2.1. Příčiny

- zapnutí a vypnutí článků ES
- zkraty
- místní nesymetrie
- regulace elektrických zdrojů
- nesynchronní sepnutí synchronních strojů

2.2.2. Zkrat

Zkrat - spojení nakrátko dvou nebo tří fází a v soustavách s uzemněnou nulou taky spojení jedné nebo dvou fází se zemí (středním vodičem).

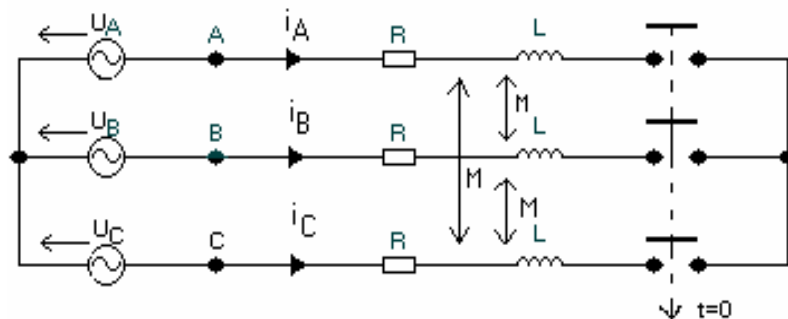
2.2.3. Účinky zkratu

- dynamické
- tepelné
- poklesy napětí
- vliv na telekomunikace
- přepětí při zemním spojení

[8, 9]

2.3. Trojfázový zkrat napájený ideálním napět'ovým zdrojem

Určení zkratového proudu



Okamžité hodnoty napětí ideálního zdroje

$$u_A(t) = U_m \cdot \sin(\omega t + \alpha)$$

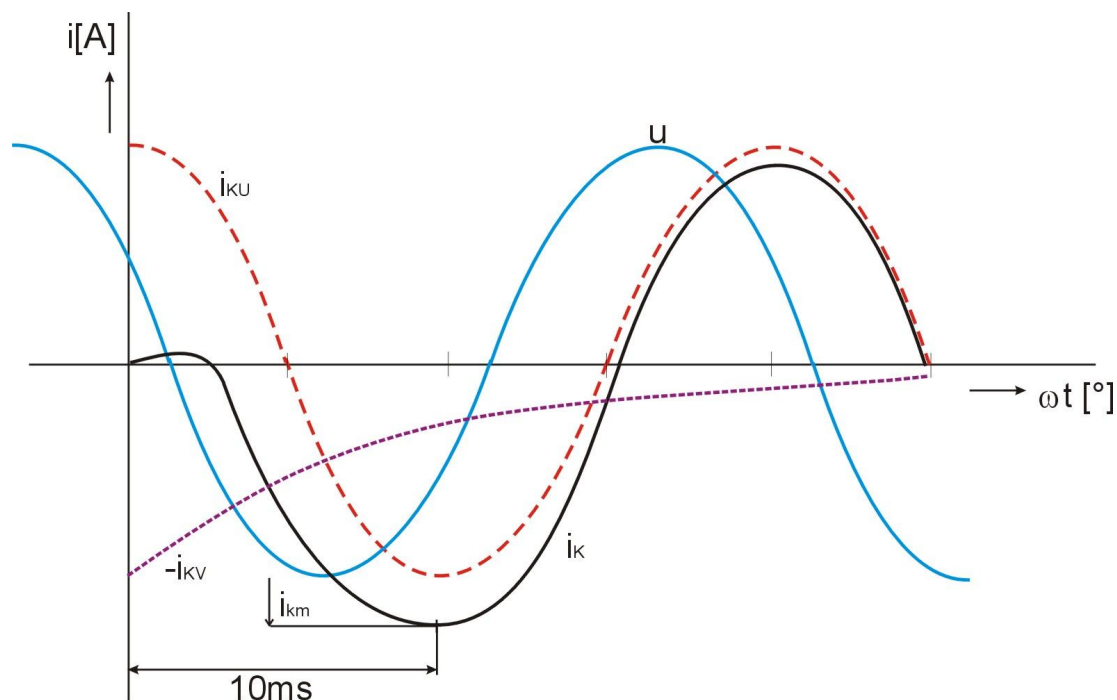
$$u_B(t) = U_m \cdot \sin\left(\omega t + \alpha - \frac{2}{3}\pi\right)$$

$$u_C(t) = U_m \cdot \sin\left(\omega t + \alpha + \frac{2}{3}\pi\right)$$

$$u_A(t) = R i_A(t) + L \frac{di_A(t)}{dt} + M \left[\frac{di_B(t)}{dt} + \frac{di_C(t)}{dt} \right]$$

$$i_A(t) = -i_B(t) - i_C(t)$$

$$u_A(t) = R i_A(t) + (L-M) \frac{di_A(t)}{dt} = R i_A(t) + L_k \frac{di_A(t)}{dt}$$



2.3.1 Řešení klasickou metodou

$$i_A(t) = i_{Au}(t) + i_{Av}(t)$$

Au - partikulární řešení nehomogenních rovnic

Av- obecné řešení homogenních rovnic

tedy obecně $i_k(t) = i_{ku}(t) + i_{kv}(t)$

Ustálený zkratový proud $i_{ku}(t)$

$$i_{ku}(t) = \text{Im}[\bar{I}_u] = \text{Im}\left[\frac{\bar{U}}{\bar{Z}_k}\right]$$

$t \rightarrow \infty$

$$\bar{U} = U_m e^{j(\omega t + \alpha)} \quad Z_k = Z_k e^{j\varphi} \quad Z_k = \sqrt{R^2 + (\omega L_k)^2}$$

$$\varphi_k = \arctg \frac{\omega L_k}{R}$$

$$i_{ku}(t) = \text{Im}\left[\frac{U_m}{Z_k} e^{j(\omega t + \alpha - \varphi_k)}\right] = \frac{U_m}{Z_k} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k)$$

[9]

Volný zkratový proud $i_{kv}(t)$

$$0 = R i_{kv} + L_k \frac{di_{kv}}{dt}$$

$$R + pL_k = 0 \quad p = -\frac{R}{L_k} \quad T_k = \frac{L_k}{R} = -\frac{1}{p}$$

$$i_{kv} = K e^{pt} = K e^{-\frac{R}{L_k}t} = K e^{-\frac{t}{T_k}}$$

K z počáteční podmínky \rightarrow pro $t=0$ se proud nemění

$$i_k(0) = i_u(0) = i_{ku}(0) + i_{kv}(0)$$

$$0 = \frac{U_m}{Z_k} \sin(\alpha - \varphi_k) + K$$

$$i_k(t) = \frac{U_m}{Z_k} \left[\sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) - e^{-\frac{t}{T_k}} \sin(\alpha - \varphi_k) \right]$$

Volná (stejnoseměrná) složka

pro $\alpha = \varphi_k$ není

$$i_k(t) = i_{ku}(t) = \frac{U_m}{Z_k} \sin(\omega t)$$

pro $\alpha - \varphi_k = \pm \frac{\pi}{2}$ max.

$$i_k(t) = \frac{U_m}{Z_k} \left[\pm \cos(\omega t) \mp e^{-\frac{t}{T_k}} \right]$$

Největší okamžitá hodnota i_k je pro $t = 0,01s$

$$i_{km} = i_k(0,01) = \frac{U_m}{Z_k} \left[\cos(\pi) - e^{-\frac{0,01}{T_k}} \right] = -\frac{U_m}{Z_k} K$$

Nárazový součinitel $K = 1 + e^{-\frac{T_p}{2T_k}} \quad T_p = \frac{1}{f}$

pro velkou L_k $T_k \gg T_p$ $K \rightarrow 2$
 malou L_k $T_k \ll T_p$ $K \rightarrow 1$

[9]

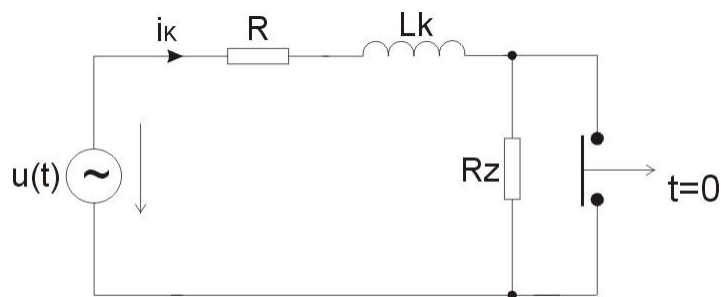
Vliv počátečních podmínek (zátěže) na průběh zkratového proudu

Magnetická energie

$$W(0) = \frac{1}{2} L i_{u-}^2(0) = 0 \quad \text{při chodu naprázdno}$$

$$\neq 0 \quad \text{při zátěži}$$

Nová hodnota $W_u(t) = \frac{1}{2} L i_u^2(t)$



$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \alpha)$$

Fázový proud před zkratem

$$I_{u-} = \frac{U}{Z_k + R_z} = \frac{U_m}{Z'} e^{j(\alpha - \phi')}$$

$$Z' = \sqrt{(R + R_z)^2 + (\omega L_k)^2} \quad \phi' = \arctg \frac{\omega L_k}{R + R_z}$$

$$i_{u-}(t) = \text{Im}[I_{u-}] = \frac{U_m}{Z'} \sin(\omega t + \alpha - \phi')$$

$$i_{u-}(0) = \frac{U_m}{Z'} \sin(\alpha - \phi')$$

Řešení z rovnice

$$R i_k + L_k \frac{d i_k}{d t} = U_m \sin(\omega t + \alpha)$$

[9]

Obecné řešení

$$i_k(t) = I_{km} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) + K' e^{-\frac{t}{T_k}}$$

$$i_{kv}(0) = K' = i_u(0) - i_{ku}(0)$$

$$K' = I'_{km} \cdot \sin(\alpha - \varphi') - I_{km} \cdot \sin(\alpha - \varphi_k)$$

$$(I_{km}' = U_m / Z')$$

$$i_k(t) = I_{km} \cdot \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) - I_{km} \left[\sin(\alpha - \varphi_k) - \frac{Z_k}{Z'} \sin(\alpha - \varphi') \right] e^{-\frac{t}{T_k}}$$

Model se užívá pro elektricky vzdálené zdroje

$$Z_k > 0,5 Z_n \quad (I_u \leq 2I_n)$$

$$(Z_k > 4X''_d) \quad (X''_d + X_s > 0,5Z_n)$$

2.3.2. Charakteristické hodnoty i_k ideálního zdroje

Nárazový zkratový proud I_{km}

-pro silové (dynamické) namáhání

$$\text{pro } \alpha - \varphi_k = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$i_k(t) = \frac{U_m}{Z_k} \left[\pm \cos(\omega t) \mp e^{-\frac{t}{T_k}} \right]$$

$$\text{Maximum pro } t = 0,01s = \frac{T}{2} = \frac{1}{2f}$$

$$i_k(0,01) = \frac{U_m}{Z_k} \left[\pm \cos\left(\omega \frac{T}{2}\right) \mp e^{-\frac{T}{2T_k}} \right] = \frac{U_m}{Z_k} \left[\mp 1 \mp e^{-\frac{0,01}{T_k}} \right]$$

Maximální amplituda

$$I_{km} = |i_k(0,01)| = \frac{U_m}{Z_k} (1 + e^{-\frac{0,01}{T_k}}) = \sqrt{2} I_{ku} (1 + e^{-\frac{0,01}{T_k}}) = \sqrt{2} K I_{ku}$$

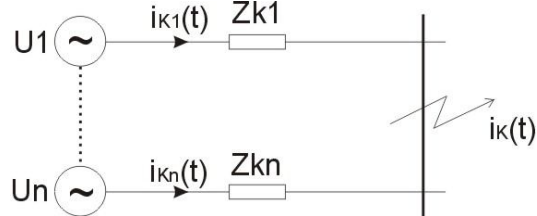
$$K = 1 \div 2$$

[9]

2.3.3 Ve složitějších obvodech

$$i_{kv}(t) = \sum_{i=1}^n i_{kvi}(t) e^{-\frac{t}{T_{ki}}}$$

-pro oddělené zdroje

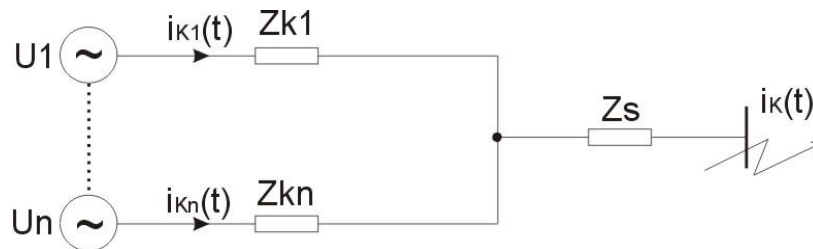


$$I_{km} = \sqrt{2} \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{Z_{ki}} K_i$$

2.3.4. Zjednodušeně

$$i_{kv}(t) = i_{kv}(0) e^{-\frac{t}{T_{kc}}} \quad T_{kc} = \frac{X_e}{\omega R_e}$$

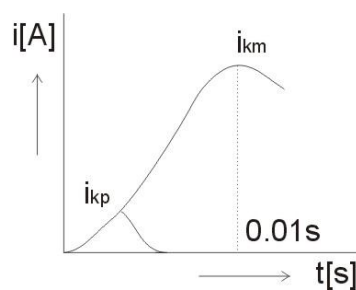
-pro zdroje přes společnou větev



$$I_{km} = \sqrt{2} \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{Z_{is}} K_{is}$$

2.3.5. Doba trvání zkratu t_k

- u pojistek omezující účinek



$$I_{kp} < I_{km} \quad t_k \text{ v ms (často 0,01s)}$$

-u ostatních až s

t_k = doba působení ochrany + doba vypnutí

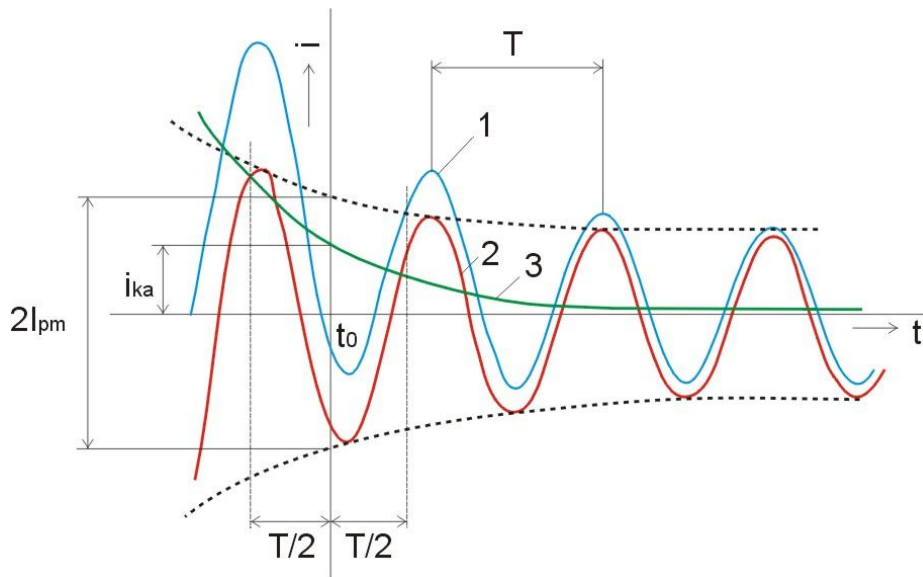
2.3.6. Vypínací zkratový proud I_{vyp}

$$I_{vyp} = I_u = \frac{U}{Z_k} \neq f(t_k)$$

efektivní hodnota

$$I_k = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0-T/2}^{t_0+T/2} i_k^2(t) dt}$$

střídavá složka $I_{kp} = \frac{I_{pm}}{\sqrt{2}}$



Celková hodnota $I_k(t_0) = \sqrt{I_{kp}^2 + I_{ka}^2}$

kp-střídavá složka ka-stejnosm. složka

Pro 1. periodu pomocí I_{km}

$$I_{km} = I_{mu} + I_{ka}(0,01) = K \cdot I_{mu}$$

mu-ustálená maximální hodnota

[9]

$$i_{ka}(0,01) = I_{mu}(K-1) = \sqrt{2}I_{ku}(K-1)$$

$$I_k(0,01) = \sqrt{I_{ku}^2 + I_{ka}^2(0,01)} = I_{ku} \sqrt{1 + 2(K-1)^2}$$

2.3.7. Ekvivalentní oteplovací proud I_{ke}

$$Q \approx \int_0^{t_k} i_k^2(t) dt = I_{ke}^2 t_k$$

Při maximální stejnosměrné složce

$$i_k(t) = \frac{\sqrt{2}U}{Z_k} (\cos(\omega t) - e^{-\frac{t}{T_k}})$$

$$Q \approx \frac{2U^2}{Z_k^2} \int_0^{t_k} (\cos \omega t - e^{-\frac{t}{T_k}})^2 dt = \frac{2U^2}{Z_k^2} \int_0^{t_k} (\cos^2 \omega t - 2 \cos \omega t \cdot e^{-\frac{t}{T_k}} + e^{-\frac{2t}{T_k}}) dt$$

$$\int e^{-\frac{2t}{T_k}} dt = -\frac{T_k}{2} e^{-\frac{2t}{T_k}}$$

$$\int \cos^2 \omega t \cdot dt = \frac{\cos \omega t \cdot \sin \omega t}{2\omega} + \frac{t}{2}$$

$$\int e^{\frac{t}{T_k}} \cos \omega t \cdot dt = \frac{e^{-\frac{t}{T_k}}}{\frac{1}{T_k^2} + \omega^2} \left(-\frac{1}{T_k} \cos \omega t + \omega \cdot \sin \omega t \right)$$

$$Q \approx \frac{2U^2}{Z_k^2} \left[\frac{\sin 2\omega t}{4\omega} + \frac{t}{2} + \frac{2e^{-\frac{t}{T_k}}}{\frac{1}{T_k^2} + \omega^2} \left(\frac{1}{T_k} \cos \omega t - \omega \cdot \sin \omega t \right) - \frac{T_k}{2} e^{-\frac{2t}{T_k}} \right]_0^{t_k} =$$

$$= \frac{2U^2}{Z_k^2} \left[\frac{T_k}{2} + \frac{t_k}{2} - \frac{T_k}{2} e^{-\frac{2t_k}{T_k}} + \frac{\sin 2\omega t_k}{4\omega} + \frac{2T_k^2 e^{-\frac{t_k}{T_k}}}{1 + T_k^2 \omega^2} \left(\frac{1}{T_k} \cos \omega t - \omega \cdot \sin \omega t \right) - \frac{2T_k}{1 + T_k^2 \omega^2} \right]$$

Přibližně lze určit $Q \approx \frac{U^2}{Z_k^2} (T_k + t_k)$

pak $I_{ke} \approx \sqrt{\frac{Q}{t_k}} \approx \frac{U}{Z_k} \sqrt{\frac{T_k}{t_k} + 1} \approx \frac{U}{Z_k} i_{ke}$

[9]

Dle ČSN 33 30 20 $I_{ke} = k_e \cdot I''_{ko}$

2.3.8. Počáteční rázový zkratový proud I_{ko} ''

Pro ideální zdroj $I''_{ko} = \frac{U}{Z_k} = I_u = I_v$

[9]

3. Současný stav PS ČR

Provozovatelem přenosové soustavy, zřizované na základě zákona a provozované ve veřejném zájmu, je v České republice ČEPS, a.s. Řídí se právním řádem České republiky a závazky z mezinárodních smluv a dohod.

Vzhledem k tomu, že na provozování přenosové soustavy je v České republice vydána jediná licence pro území celého státu, je přenosová soustava přirozeným monopolem, který podléhá regulaci Energetického regulačního úřadu a přísným pravidlům soutěžního práva. Dlouhodobé úkoly a strategická rozhodnutí provozovatele PS vycházejí z rozhodnutí Ministerstva průmyslu a obchodu, například ze státní energetické koncepce.

Uživatelé přenosové soustavy jsou převážně držitelé licencí udělovaných podle zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (Energetický zákon). Dalšími uživateli jsou subjekty, které se účastní obchodů elektrinou na vnitřním trhu EU.

Svémi přeshraničními vedeními ČEPS, a.s. propojuje elektrizační soustavu České republiky s propojenými soustavami ostatních států a spolu s jejich provozovateli vytváří elektroenergetickou infrastrukturu transevropských sítí.

Přenosová soustava je složitý technologický komplex vedení o zvláště vysokém napětí, transformoven, rozvodů, řídicích systémů, měřicích zařízení a informačních systémů jehož funkčnost a spolehlivost je společným úkolem provozovatelů přenosových soustav všech států EU a dalších zemí propojených v rámci mezinárodního sdružení ENTSO-E. Na zřeteli jsou také vlivy regionálního rozložení spotřeby a zdrojů elektrické energie.

Přenosová soustava a toky elektrického proudu v ní jsou závislé na fyzikálních zákonech, konstrukci a konfiguraci ostatních propojených přenosových soustav. Podmínky v takto složitém technologickém komplexu se velmi rychle mění v závislosti na působení ovlivnitelných, ale i na neovlivnitelných faktorů. Tyto podmínky není možné zcela přesně definovat a garantovat jejich stálost a neměnnost.

Výše nezbytných rezerv jednotlivých prvků a přenosových kapacit musí být plánována s ohledem na potřeby oprav, rekonstrukcí a údržby, s ohledem na fyzikální zákonitosti i s ohledem na možný výskyt mimořádných situací, které mají charakter zásahu vyšší moci.

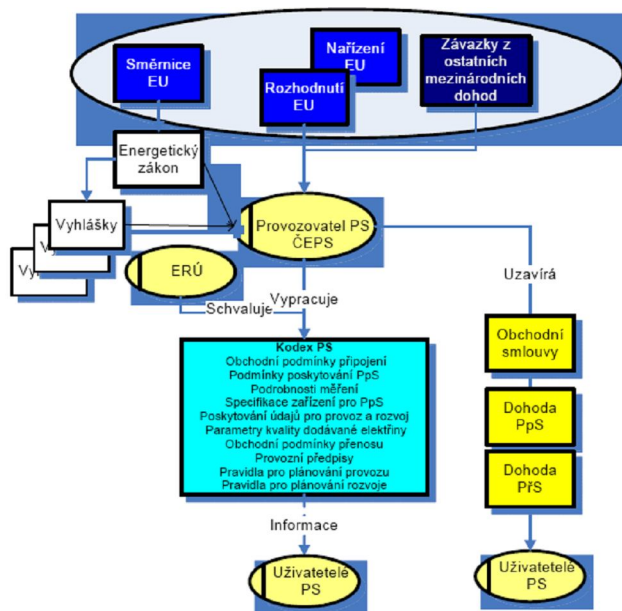
Základní kritéria spolehlivosti jsou zajišťována společně, jak v měřících mezinárodních tak i v jednotlivých státech. Proto musí být rozhodování o potřebných technických rezervách konzultována, definována a přijímána spolu s ostatními provozovateli vzájemně propojených soustav, zejména sousedících přenosových soustav.

Uživatelé přenosové soustavy však potřebují znát při svém podnikatelském rozhodování orientační parametry, některé technické podmínky a pravidla pro připojení anebo pro užívání přenosové soustavy dříve, než začnou sjednávat své obchodní smlouvy.

Uživatelům přenosových sítí, kteří splňují podmínky připojení a podmínky přenosu, zákon zajišťuje právo na připojení do přenosové soustavy a neznevýhodňující podmínky pro přenos elektriny za předpokladu dostatku přenosové kapacity zařízení pro přenos a za podmínky zachování spolehlivého provozu s potřebnými rezervami.

Významným zdrojem veřejně dostupných technických informací pro uživatele přenosové soustavy jsou **Pravidla provozování přenosové soustavy**, označovaná též jako **Kodex PS**.

Následující obrázek ukazuje názorně některé legislativní vazby:



Provozovatel přenosové soustavy má přímo Energetickým zákonem uloženo zařadit do Kodexu PS některé informace, které musí být veřejně dostupné. Prováděcí vyhlášky k zákonu zmiňují další doporučené informace.

O potřebě zapracování i jiných informací do Kodexu PS rozhoduje ČEPS, a.s. například v souvislosti s Rozhodnutími EU, Nařízeními EU a podle jiných závazků z mezinárodních smluv a dohod.

Kodex PS je zveřejňován na webových stránkách ČEPS, a.s. (<http://www.ceps.cz/>) po jeho schválení Energetickým regulačním úřadem.

Pravidla provozování přenosové soustavy nejsou samostatným zdrojem práva. Spolu s texty jiných veřejně dostupných dokumentů poskytují informace pro uživatele přenosové soustavy. Nejsou však ani jednostranným prohlášením anebo zdrojem závazků ČEPS, a.s.

Práva a závazky uživatelů přenosové soustavy a jejího provozovatele ČEPS, a.s. vyplývají ze zákonů a jejich vzájemná práva a povinnosti vyplývají ze sjednávaných obchodních smluv.

[10, 11]

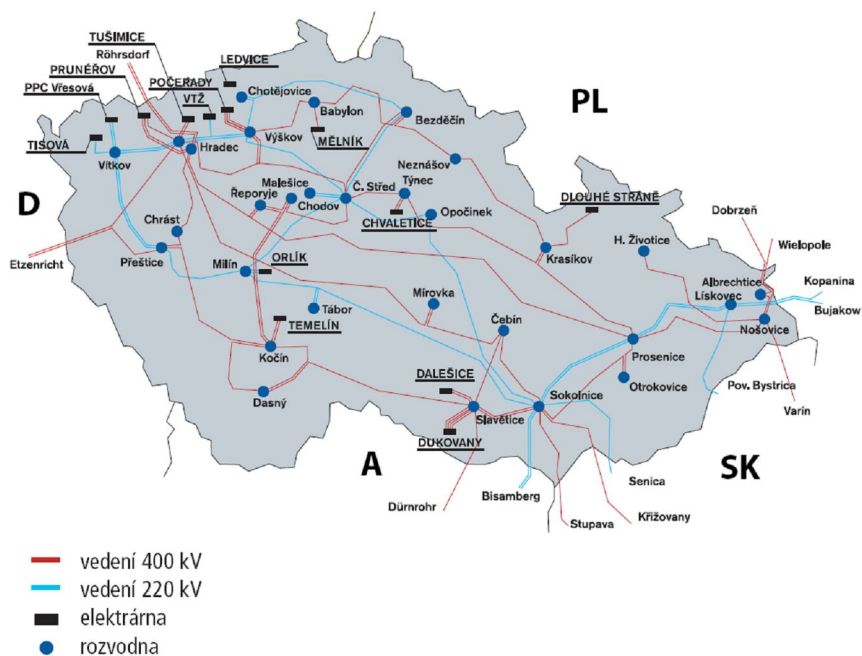
3.1. Společnost ČEPS, a.s.

Společnost ČEPS, a.s. dispečersky řídí provoz zařízení přenosové soustavy a systémových zdrojů na území České republiky. Zajišťuje mezinárodní spolupráci prostřednictvím propojovacích vedení s elektrizačními soustavami sousedních zemí podle pravidel UCTE. Zásady své působnosti jako provozovatele přenosové soustavy, která představuje přirozený monopol, zakotvila společnost ČEPS, a.s. v souladu s Direktivou EU 96/92/EC v dokumentu Kodex přenosové soustavy.

Společnost ČEPS, a.s. splňuje všechny náležitosti stanovené zákonem 458/2000 Sb. pro udělení licence provozovatele přenosové soustavy ČR. Povinností společnosti ČEPS, a.s. je zajistit bezpečný a spolehlivý přenos elektřiny pro uživatele přenosové soustavy ČR i v rámci mezinárodní spolupráce.

Přenos elektrické energie zajišťuje v České republice akciová společnost ČEPS, a.s. na základě výhradní licence č. 130100001 udělené Energetickým regulačním úřadem. Jako provozovatel přenosové soustavy poskytuje všem jejím uživatelům přenosové a systémové služby za nediskriminačních podmínek a za konkurenceschopné ceny, dispečersky řídí zařízení přenosové soustavy a systémové zdroje na území ČR, podle pravidel UCTE zajišťuje propojení s elektrizačními soustavami sousedních zemí.

Schéma sítí 400 a 220 kV



[10, 11]

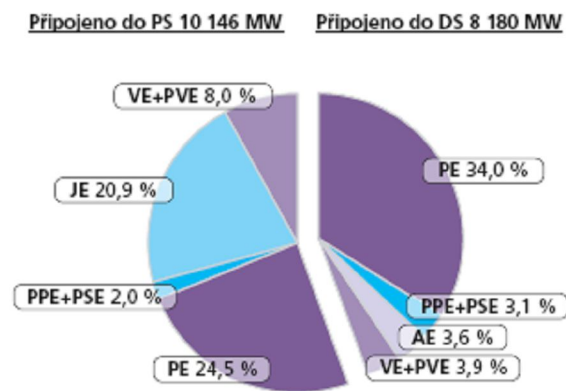
3.2. Přenosová soustava České republiky – současný stav

3.2.1. Zařízení přenosové soustavy ČR

Popis zařízení	ČR celkem	
Vedení 400 kV	(km)	3 479
z toho dvojité a vícenásobné vedení	(km)	1 117
Vedení 220 kV	(km)	1 910
z toho dvojité a vícenásobné vedení	(km)	1 016
Vedení 110 kV	(km)	94
z toho dvojité a vícenásobné vedení	(km)	77
Zahraniční vedení 400 kV	(-)	11
Zahraniční vedení 220 kV	(-)	6
Rozvodny 400 kV	(-)	24
Rozvodny 220 kV	(-)	14
Rozvodny 110 kV	(-)	1
Transformátory 400/220 kV	(-)	4
Transformátory 400/110 kV	(-)	44
Transformátory 220/110 kV	(-)	20
Transformační výkon	(MVA)	18 630

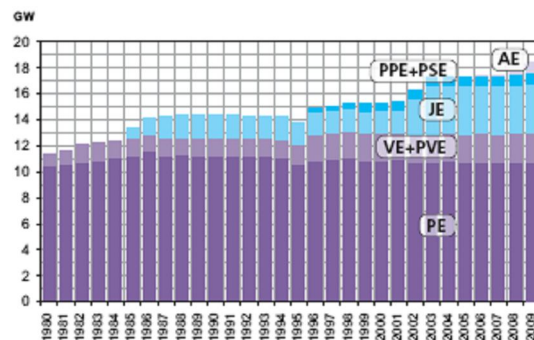
3.2.2. Struktura instalovaného výkonu elektráren ČR

Celkový instalovaný výkon v ČR je 18 326 MW (brutto - k 31.12.2009). Z toho je připojeno do PS 10 146 MW a do DS 8 180 MW.



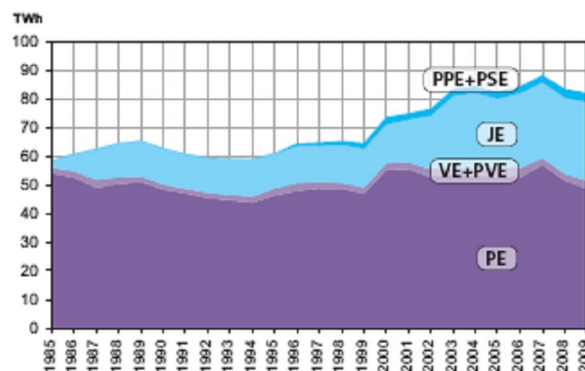
3.2.3. Vývoj instalovaného výkonu

Vývoj instalovaného výkonu od roku 1980 (k 31.12.2009).



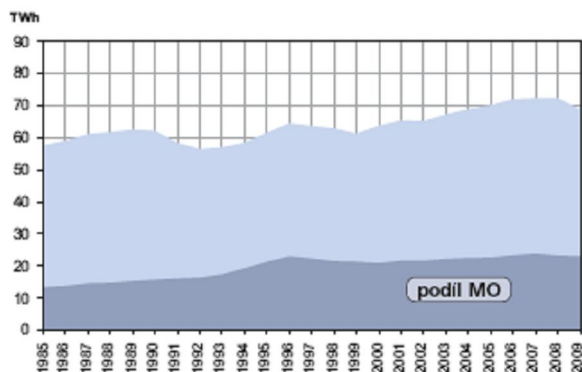
3.2.4. Vývoj brutto výroby

Vývoj brutto výroby od roku 1985



3.2.5. Vývoj brutto spotřeby

Vývoj brutto spotřeby od roku 1985



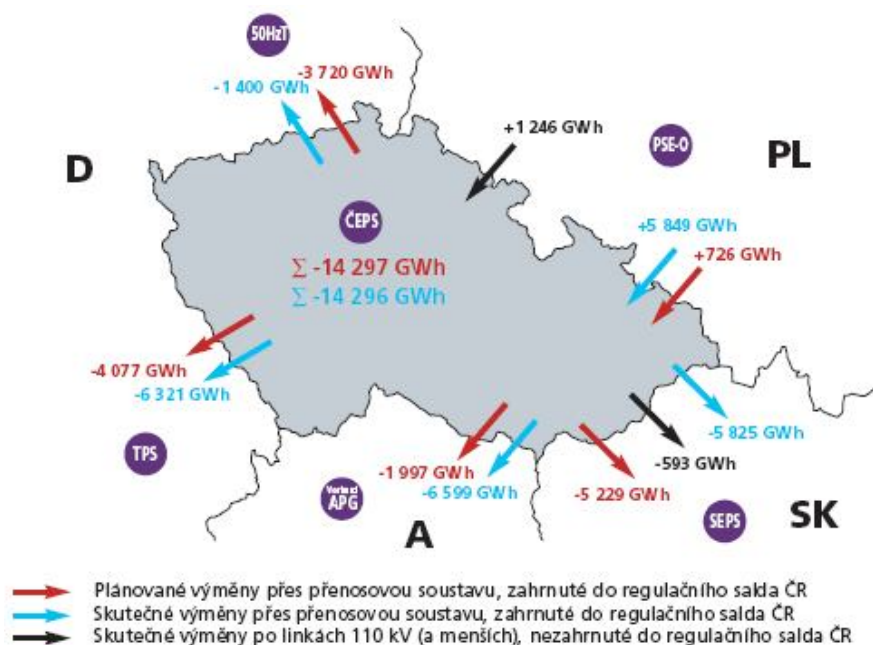
3.2.6. Bilance elektrické energie ČR

	2009 (GWh)	2008 (GWh)	2009/2008 (%)
Výroba brutto			
PE	48 457	51 218	94,6%
PPE+PSE	3 225	3 113	103,6%
JE	27 208	26 551	102,5%
VE	2 983	2 376	125,5%
AE	377	259	145,5%
celkem	82 250	83 517	98,5%
Výroba netto			
PE	43 848	46 417	94,5%
PPE+PSE	3 133	3 029	103,4%
JE	25 665	25 015	102,6%
VE	2 969	2 365	125,6%
- z toho PVE	550	350	157,1%
AE	375	258	145,5%
celkem	75 990	77 084	98,6%
Export	22 230	19 989	111,2%
Import	8 586	8 521	100,8%
Saldo	-13 644	-11 469	119,0%
Spotřeba PVE	747	477	156,8%
Národní spotřeba	61 599	65 139	94,6%
Národní spotřeba na 1 obyvatele/rok (2009)			5 851 kWh

3.2.7. Bilance elektrické energie přenosové soustavy

	2009 (GWh)	2008 (GWh)	2009/2008 (%)
Energie vstupující do PS			
z toho výrobci	50 571	49 914	101,3%
REAS	1 267	1 301	97,4%
import *)	7 341	7 500	97,9%
Energie vystupující z PS	58 480	57 984	100,9%
z toho výrobci	812	557	145,9%
REAS	36 031	38 262	94,2%
export *)	21 637	19 165	112,9%
*) z toho syst. tranzit	-1 968	-2 671	-
Ztráty (vč. transformátorů)	698	731	95,5%

3.2.8. Zahraniční spolupráce – roční toky energie



[10]

3.3. Energetický zákon č. 458/2000 Sb.

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství, zároveň navazuje na přímo použitelné předpisy Evropských společenství a upravuje podmínky podnikání, výkonu státní správy a regulaci v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené.

Tento zákon stanovuje, že přenos elektřiny, přeprava plynu, distribuce elektřiny a distribuce plynu, uskladňování plynu, výroba a rozvod tepelné energie se uskutečňují ve veřejném zájmu.

Dále tento zákon říká, že podnikat v energetických odvětvích na území České republiky mohou za podmínek stanovených tímto zákonem fyzické či právnické osoby pouze na základě licence udělené Energetickým regulačním úřadem.

[12]

3.4. Kodex přenosové soustavy

Cílem Kodexu PS je vypracovat a veřejně publikovat informace pro účastníky trhu a pravidla, která stanoví minimální technické, konstrukční a provozní požadavky pro připojení a užívání přenosové soustavy a podmínky pro poskytování Podpůrných služeb (PpS) a Poskytování systémových a přenosových služeb (PřS).

Tyto podmínky závisí na mnoha technických charakteristikách PS včetně pravidel mezinárodní spolupráce v synchronně propojených soustavách (ENTSO-E). Všechny tyto okolnosti musí provozovatel PS respektovat při tvorbě podmínek na připojení a provoz uživatelů PS. Pravidla spolupráce v ENTSO-E se samozřejmě vyvíjejí a mohou být v budoucnosti měněna a modifikována na základě provozních zkušeností a úrovni otevírání trhu s elektrickou energií.

K dosažení bezpečného a ekonomického provozu PS nestačí pouze splnění podmínek definovaných Kodexem PS. Další stupeň formalizace vztahů mezi provozovatelem a uživatelem PS představují provozní instrukce Dispečinku ČEPS. Pojem provozních instrukcí je vymezen dispečerským řádem elektrizační soustavy České republiky. Celý tento soubor dokumentů – tj. Kodex PS a provozní instrukce Dispečinku ČEPS jsou chápány a vytvářeny jako minimální soubor pravidel nutných k zajištění bezpečnosti a spolehlivosti provozu PS.

Zásady působnosti společnosti ČEPS, a.s. jako provozovatele přenosové soustavy, která představuje přirozený monopol, jsou popsány v souladu s Direktivou EU 96/92/EC v dokumentu Kodex přenosové soustavy.

3.4.1. Kodex PS

Kodex PS tvoří ucelený soubor dokumentů sestávající z těchto jednotlivých částí:

- Část I. Základní podmínky pro užívání přenosové soustavy
- Část II. Podpůrné služby (PpS)
- Část III. Poskytování systémových a přenosových služeb
- Část IV. Plánování rozvoje PS
- Část V. Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni PS
- Část VI. Dispečerské řízení
- Část VII. Zařízení PS
- Část VIII. Standardy PS

3.4.2. Obsah jednotlivých částí kodexu PS

Část I. tvoří základní dokument Kodexu PS. Specifikuje jeho poslání, zásady tvorby a proces aktualizace. V této části jsou také vymezeny působnosti provozovatele PS v rámci propojené soustavy ENTSO-E včetně popisu systémových služeb. Dále jsou zde důležité partie stanovené nařízeními EU, Energetickým zákonem a některými prováděcími předpisy a další podmínky připojení k PS. Rovněž je zde uvedena specifikace potřebných údajů pro provoz a rozvoj PS a popsány technické výpočty a jejich vstupní data. V závěru je vymezena terminologie, jež je v Kodexu PS používána.

Část II. popisuje Podpůrné služby (PpS). V této části je popsána metodologie určování celkového objemu (PpS) z hlediska zajištění spolehlivého a bezpečného provozu ES ČR. Jsou zde popsány podpůrné služby (podrobnosti jaké funkce mají plnit) a podmínky pro jejich poskytování. Dále část stanovuje podmínky pro udělování a zánik autorizace pro provádění certifikačních měření. Popisuje se metodika měření a hodnocení jednotlivých (PpS). Definují se zde podmínky výběrového řízení obstarávání (PpS) a jeho vyhodnocení. Dokument popisuje koncepci provozování elektronického on-line Denního trhu s (PpS) ČEPS, a.s. na Internetu.

Část III. popisuje obchod s Poskytování systémových a přenosových služeb (PřS) na národní i mezinárodní úrovni. Je zde stanovena metodika určení volných obchodovatelných kapacit a organizaci aukcí a prověřování obchodních případů exportu, importu a tranzitu výkonu na mezinárodních přenosových profilech za účelem technického ověření realizovatelnosti spolehlivého přenosu každého obchodního případu.

Část IV. Plánování rozvoje PS specifikuje a upřesňuje rozvojové trendy, záměry a cíle provozovatele PS v rámci procesu plánování rozvoje PS a opatření pro jejich dosažení. Obsahuje i postup žadatele o připojení nového zařízení k PS.

Část V. Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni PS. V této části jsou popsány principy plánu obrany soustavy včetně frekvenčního plánu, frekvenčního odlehčování a další opatření při poklesu a vzrůstu napětí a frekvence, proti přetížení, kaskádovitému šíření poruchy, kývání a ztrátě

synchronizmu. Rovněž je pojednáno o plánu obnovy, který popisuje strategie, priority a odpovědnosti při obnově soustavy po systémové poruše typu black-out. Jsou zde stanoveny parametry kvality dodávané elektřiny.

Část VI. Dispečerské řízení popisuje problematiku dispečerského řízení PS ČR s cílem seznámit uživatele PS a především subjekty podléhající dispečerskému řízení z Dispečinku ČEPS s příslušnými postupy. Tato část rovněž popisuje problematiku předávání informací o poruchových událostech. V této části je také popsán proces povolování zkoušek na výrobních a rozvodných zařízeních prováděných v soustavě, zásady jejich přípravy a schvalování (včetně příslušných formulářů) a vztah mezi Dispečinkem ČEPS a žadatelem o zkoušky. Jsou zde definována pravidla pro poskytování podkladů pro přípravu provozu PS.

Část VII. Zařízení PS uvádí základní technické požadavky pro silová zařízení PS a definuje zásady provozu a údržby. Pro sekundární techniku jsou definovány požadavky na systémy chránění, řídicí systémy a obchodní měření. Součástí jsou přílohy obsahující seznam vedení, stanic a kompenzačních prostředků PS ČR.

Část VIII. Standardy PS definuje příslušné standardy.

[11]

4. Výhled lokalit s uvažovanou změnou transformačních vazeb

4.1. Plánování rozvoje PS

Proces plánování rozvoje přenosové soustavy (PS) je jednou z nezbytných a nepřetržitých činností, která zajišťuje spolehlivý chod celé elektrizační soustavy (ES) ve standardních podmínkách. Tato činnost, kterou je ČEPS podle energetického zákona povinen zajišťovat, musí reagovat na požadavky výrobců el. energie a zajistit spolehlivé vyvedení výkonu z jejich zdrojů, rovněž musí uspokojovat potřeby uživatelů na přenos výkonu v požadované velikosti, kvalitě, a to ve vazbě na geografické rozložení spotřeby na celém teritoriu. V rámci mezinárodního propojení naplňuje ČEPS závazky plynoucí z právních předpisů.

V plánovacím procesu se vychází ze skutečnosti, že PS je součástí transevropských sítí. Dále je součástí ES propojující uživatele PS, tuzemské i zahraniční. Rozvoj PS musí tedy probíhat koordinovaně s ostatními subjekty, které tvoří ES. Kritériem rozvoje PS je udržení standardní spolehlivosti přenosových služeb.

[11]

4.2. Časové členění plánování rozvoje

Z pohledu časového horizontu výhledu rozlišujeme:

- plánování dlouhodobého rozvoje – časový horizont nad 7 let
- plánování střednědobého rozvoje – časový horizont 2 až 7 let
- řešení aktuálních problémů v krátkodobé perspektivě, tj. do 2 let

4.2.1. Dlouhodobý rozvoj PS

Dlouhodobý rozvoj PS - v této fázi se řeší buď variantní umístění a zapojení nových zdrojů nebo na základě znalosti aktuálních informací o lokalizaci nových zdrojů a predikci vývoje zatížení v napájecích uzlech PS/110 kV se ověřuje správnost přijaté koncepce rozvoje a upřesňují tzv. cílová schémata sítí. Provedené výpočty slouží k ověření variant spolehlivosti budoucí sítě a jejího rozvoje, a to při zvážení nejistot spojených s odhadem budoucího rozvoje zdrojů, spotřeby a velikosti a směru exportů/importů/tranzitů elektřiny.

4.2.2. Střednědobý rozvoj PS

Střednědobý rozvoj PS - slouží již k přípravě rozhodnutí o konkrétních investicích v přenosové síti, mezi které patří výstavba nových vedení a stanic (popřípadě rozšíření stanic stávajících), instalace kompenzačních prostředků jalového výkonu, případně prvků zajišťujících systémové služby apod. Tyto studie řeší uvedenou problematiku z technicko – ekonomického hlediska.

4.2.3. Krátkodobý rozvoj PS

Krátkodobý rozvoj PS - rovněž slouží k rozhodnutí o investicích v přenosové síti. Jde zejména o řešení aktuálních požadavků na přenos elektřiny (připojení nových zdrojů menších výkonů či útlumem stávajících, případně napájení odběrů, které nebyly signalizovány v dlouhodobějších prognózách a doba realizace je kratší než dva roky). I tyto případy jsou posuzovány z technicko - ekonomického hlediska.

[11]

4.3. Rozvoj konfigurace přenosové soustavy

Bude prováděno přednostní rozvíjení systému 400 kV s tím, že zařízení 220 kV v souladu s jeho fyzickým dožíváním bude inovováno v původním respektive opodstatněném rozsahu a jeho rozvoj bude podmíněn pouze mimořádnou ekonomickou efektivností akce.

Důvody upřednostňování rozvoje systému 400 kV:

- a) nižší měrné investiční náklady na přenášený MW.km
- b) nižší provozní náklady (ztráty přenášeného činného výkonu)
- c) rozhodující podíl vedení 400 kV na mezinárodní spolupráci

4.3.1. Přenosová schopnost vedení 220 kV

Přenosová schopnost vedení 220 kV závisí na typu použitého vodiče, u běžně používaného vodiče typu Al/St 435/55 (760 A) je 290 MW a investiční náklady na výstavbu vedení jsou 10 mil. Kč/km.

Měrné investiční náklady jsou pak 0,0345 mil. Kč/MW.km. (cenové údaje z 1.2008).

4.3.2. Přenosová schopnost vedení 400 kV

Přenosová schopnost vedení 400 kV závisí na typu použitého vodiče. U běžně používaného vodiče typu 3 x Al/St 435/55 (3 × 760 A) je 1 580 MW, u vodičů s vyšším průřezem maximálně (2500 A) 1750 MW. Pro vyšší hodnoty přenášeného výkonu se použije dvojité vedení, kdy přenosová schopnost takového vedení dosahuje hodnoty dvojnásobné, ve srovnání s jednoduchým vedením obdobného průřezu, při zachování úrovně bezpečnosti a spolehlivosti provozu sítě PS. Investiční náklady na výstavbu jednoduchého vedení 400 kV jsou cca 16 mil Kč/km, na výstavbu dvojitého vedení cca 25 mil. Kč/km. Na náklady konkrétního vedení má vliv řešení trasy v terénu (výška stožárů), místní klimatické podmínky (zesílení stožárů) i délka vedení (transpoziční stožáry pro řešení nesymetrie vedení).

Měrné investiční náklady jsou 0,0101 mil. Kč/MW.km - jednoduché vedení (cenové údaje z 1.2008). Měrné investiční náklady jsou 0,0079 mil. Kč/MW.km – dvojité vedení (cenové údaje z 1.2008)

Ztráty činného výkonu na MW přenášeného přirozeného výkonu na vzdálenost 100 km jsou u vedení 220 kV 0.0159 MW/MW. Ztráty činného výkonu na MW přenášeného přirozeného výkonu na vzdálenost 100 km jsou u vedení 400 kV 0.0076 MW/MW.

Ekologické zatížení krajiny přenosovou soustavou a majetkově-právní problematika vykupování pozemků pro stavby vedení předurčují maximálně výkonově využívat stávající i nové koridory. To vyvolává nutnost výstavby vícenásobných vedení i sdružování vedení různých napěťových hladin na jedné stožárech.

Výše uvedené důvody i ukazatelé jsou motivem pro výhradní rozvoj systému 400 kV.

Udržování systému 220 kV, který pracuje paralelně se systémem 400 kV, je dáno skutečností, že jsou do něho přímo vyvedeny důležité zdroje (VE Orlik, ETI II, PPE Vřesová) a zprostředkovává i zásobování značné části spotřeby transformacemi 220/110 kV, dále pak jeho napojením na zahraniční soustavy (dvě dvojité a dvě jednoduchá vedení). Nepodstatný není ani fakt, že udržování dvou napěťových hladin je výhodné při obnově soustavy po systémové poruše, kdy u napětí 220 kV nevznikají tak značné napěťové problémy při zapínání vedení naprázdno. [11]

4.4. Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV

Pro Rozvoj transformačních vazeb PS/110 kV je důležité stanovení minimálního i maximálního počtu a limitní vytíženosti transformátorů v transformační stanici PS/110 kV.

Počet a velikost transformátorů v transformační stanici je funkcí řady faktorů jako jsou zatížení uzlové oblasti a jeho trendu rozvoje, počtu a velikosti elektrárenských bloků do oblasti pracujících, nutné rezervy v transformačním výkonu, proudového vyložení návazných sítí 110 kV apod. Tyto údaje je nutno řádně a v pravidelných intervalech aktualizovat, a tím stanovit optimální postup rozvíjení transformační vazby. Tak je možno udržovat spolehlivost dodávek při obchodování s elektrickou energií.

4.4.1. Výchozí pramen, jednotky resp. ukazatele

- Počet kusů transformátorů v předacím místě a jejich jednotkový výkon
- Smluvně stanovený rezervovaný příkon v předacím místě
- Zatížení transformační vazby v předacím místě

4.4.2. Rozvoj transformační vazby PS/110 kV určují následujícími faktory

4.4.2.1. Způsob provozu sítí 110 kV – Sítě 110 kV se v převážné většině distribučních soustav provozují rozděleny na samostatně pracující oblasti. Každá oblast má vlastní vazbu na PS, která je tvořena jedním, v omezeném počtu případů dvěma transformátory PS/110 kV. Uvedený způsob napájení sítí 110 kV je používán v současné době a je ho nutno uvažovat i ve střednědobém horizontu. Paralelní provoz sítí 110 kV s PS by v rámci celé ČR vyžadoval značné investice do posílení těchto sítí.

4.4.2.2. Přenosová schopnost sítí 110 kV PDS mezi jednotlivými samostatně pracujícími oblastmi. – Schopnost sítě 110 kV přenášet výkon z jedné oblasti do oblastí sousedních je místo od místa rozdílná. V řadě oblastí nelze nahradit výpadek transformátoru PS/110 kV přivedením vypadlého výkonu sítěmi 110 kV ze sousedních transformačních stanic. Vazba mezi sousedními oblastmi sítí 110 kV by měla být dimenzována tak, aby umožnila nahradit výkon jednoho transformátoru ve stanici PS. Otázka, zda posílit transformaci PS/110 kV nebo síťovou vazbu 110 kV je náplní práce společného týmu ČEPS a příslušného PDS. Ten zkoumá ekonomickou efektivnost a realizovatelnost variantního řešení problematiky.

4.4.2.3. Velikost zdrojů zapojených do oblasti 110 kV – Z hlediska velikosti zdrojů vyvedených do sítě 110 kV lze rozdělit uzlové oblasti do dvou základních kategorií:

- **Uzlová oblast čistě spotřební** – Rozhodující podíl na napájení oblasti má transformace PS/110 kV. Menší zdroje pracující do oblasti neovlivňují výrazným způsobem její bilanci a případný výpadek některého z nich nezmění podstatným způsobem tok výkonu přes transformátor PS/110 kV.
- **Uzlová oblast převážně spotřební** – Lokální zdroje pracující do oblasti pokrývají značnou část její spotřeby, spotřeba však stále převažuje nad výrobou. Zbývající část spotřeby je pokrývána transformací PS/110 kV. V oblasti se zpravidla vyskytuje dominantní zdroj, jehož výpadek nebo odstavení výrazným způsobem ovlivní bilanční poměry v oblasti a tím i zatížení transformace PS/110 kV.

V současné době se v transformačních vazbách 400/110 kV využívají stroje s instalovaným výkonem 250 MVA a 350 MVA, v transformačních vazbách 220/110 kV stroje s instalovaným výkonem 200 MVA.

Hodnota transformačního výkonu PS/110 kV v jednotlivých předacích místech (transformovnách) vychází ze smluvně potvrzených hodnot rezervovaného příkonu.

Změna transformačního výkonu v předacím místě a případné navýšení rezervovaného příkonu v tomto místě je řešeno v souladu se „Zásadami rozvoje kapacity předávacích míst mezi PS a DS“ (viz Kodex Přenosové soustavy, část IV, kapitola 4.2.1.).

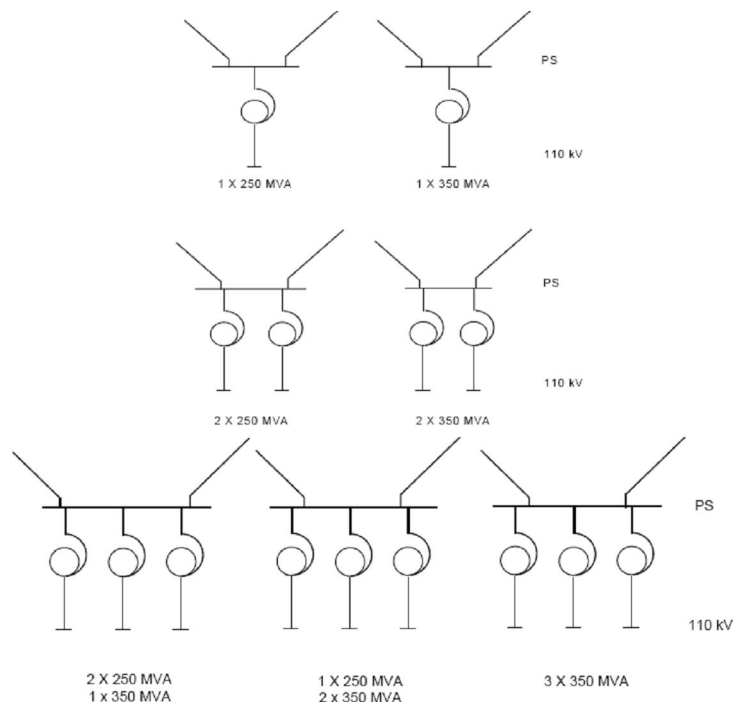
Ke splnění požadovaných hodnot rezervovaného příkonu je využíváno nasazování nových transformátorů, případně výměna stávajících strojů za nové s větším výkonem. Rozhodnutí o realizaci jedné z výše uvedených variant je podmíněno technicko-ekonomickou úvahou a dohodou zúčastněných stran o velikosti transformačních jednotek.

4.4.3. Rozvoj uzlů PS bude realizován při dodržování následujících podmínek

- Všechny uzly PS/110 kV budou osazeny v konečném stavu maximálně třemi transformátory 350 MVA.
- Z důvodu případného paralelního provozu transformátorů v jednom uzlu bude instalován druhý transformátor se stejným výkonem a napětím nakrátko jako stávající.
- Uzly se dvěma stávajícími transformátory budou rozšiřovány o třetí transformátor 350 MVA tak, jak si toto opatření vyžádají bilanční poměry v oblasti.
- Další nárůst transformačního výkonu v uzlech se třemi transformátory bude zajišťován výměnou strojů 250 MVA za nové o výkonu 350 MVA. Impulsem pro výměnu transformátorů budou bilanční nároky oblasti, případně překročení doby životnosti stroje (30 – 35 let).
- Stanice, kde se v jednom areálu nachází transformace 400/110 a 220/110 kV (Bezděčín, Přestice, Sokolnice, Výškov) je považována za jednu transformační vazbu a hodnotí se obdobným způsobem, jako v předcházejících bodech.

Před rozhodnutím o zvýšení transformačního výkonu v uzlu PS je nutné zpracovat technicko-ekonomická hodnocení. Výsledkem hodnocení bude návrh technického řešení a optimální časový harmonogram realizace. Podkladem pro hodnocení je rozbor bilančních poměrů v napájené oblasti a rozbor stávajícího stavu zařízení v uzlu PS. Stavba bude zahájena po dohodě obou zúčastněných partnerů (ČEPS, REAS) o rozšíření transformačního výkonu. [11]

Příklad aplikace:



4.5. Investiční plán ČEPS, a.s.

ČEPS, a.s. musí za svou prioritu považovat investice do zařízení přenosové soustavy. Bez zvýšení kapacity sítě, bez extenzivního odstraňování úzkých míst v soustavě a bez modernizace zařízení PS nelze zvyšovat úroveň spolehlivosti ani rozvíjet vnitřní trh EU.

Investiční plán ČEPS zahrnuje posílení vedení ve směru sever-jih, na trase z Polska do Rakouska. Dále sleduje zvýšení kapacit přeshraničních propojení a posílení přenosových vedení z oblasti severočeských hnědouhelných elektráren východním směrem. To ale zároveň znamená i směr z Německa do Polska, Slovenské republiky a dále na východ a jihovýchod Evropy, protože přenosová soustava má vždy mezinárodní i celoevropský přesah.

Celkem ČEPS hodlá do roku 2010 investovat 12,5 miliardy korun, tj. v průměru 2,5 mld. Kč ročně. Součástí těchto investic je výstavba nových vedení, posílení kapacity některých vedení stávajících a dokončení přechodu stanic přenosové soustavy na dálkové ovládání. Souběžně se také buduje ochranný systém fyzického zabezpečení objektů elektrických stanic, včetně nezbytné modernizace dispečerských pracovišť.

Investiční plán ČEPS předznamenává zásadní změny v přenosových parametrech celé sítě. Zvýší se její přenosová kapacita, jež by měla být dostatečná i pro připojování nových (obnovitelných) zdrojů do budoucna.

Otevře se prostor pro hlubší mezinárodní spolupráci. V konečném efektu se zvýší bezpečnost zásobování spotřebitelů elektrickou energií.

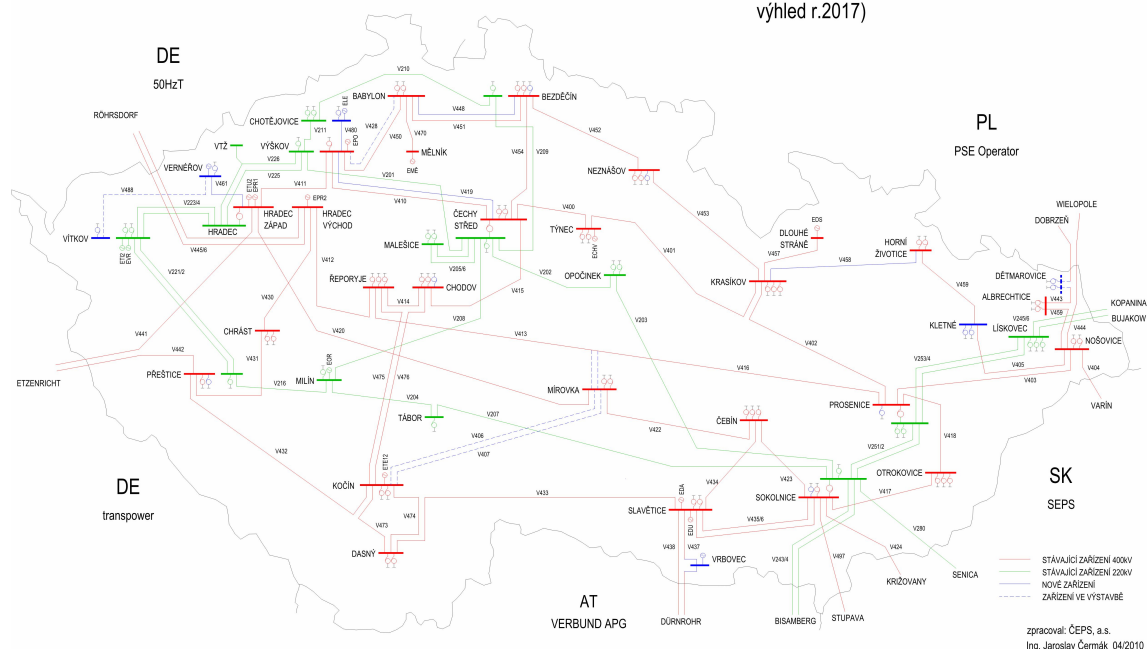
[10]

Seznam hlavních akcí připravovaných na sedmileté výhledové období předkládá následující tabulka, v grafické formě jsou předpokládáné rozvojové plány znázorněny na schématu PS ČR:

Rozvojové záměry v PS v letech 2010 až 2017							
Název akce	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017
Rozvodny a transformátory							
BAB - úprava zaústění pro V428, V448							
BAB - připojení V428							
BAB - připojení V448							
BEZ - pole pro V448							
BEZ - T403 nový							
CST - pole pro V419							
CST - vývodové pole pro PPC							
DET - nová R420kV							
HBM - rozšíření pro V421, V406, V407, smyčku V413							
CHD - T403 nový							
CHT - nová R420kV + T401 nový							
KLT - nová R420kV + T401, T402							
KOC - rozšíření a rekonstrukce, přeústění							
NEZ - T403 nový							
PRE - T402 nový (včetně pole)							
PRN - T402 nový							
PSE - nová R420 kV							
SOK - T403 nový							
VER - Vernéřov TR400/110kV							
VIT - nová R420kV							
VYS - rozšíření pro V428 BAB							
VYS - rozšíření pro V419 CST							
VYS - rozšíření pro V480 CHT							
VRC - nová R420kV							
KLT - kapacitní kompenzace v terciálu							
Vedení							
V403/456 - rek. dvoj. vedení část V403 po odb. KLT							
V406/407 - dvoj. vedení 400kV KOC-							
V410 - smyčka do R 400 kV PSE							
V410/419 - zdvojení vedení V410							
V413/416 - smyčka HBM							
V437/xxx - smyčka VRC (Vrbovec) z							
V444 (V443 ?) - smyčka DET							
V450/428 - zdvojení vedení V450							
V451/448 - zdvojení vedení V451							
V458 KRA-HZI výstavba nového vedení							
V459/405 - smyčka KLT							
V461 - zaústění VER (připojení větrných							
V479/480 - nové vedení (2V) CHT-VYS							
V487/488 - nové vedení (2V) VER-VIT							

Rozvojové schéma PS ČR do roku 2017:

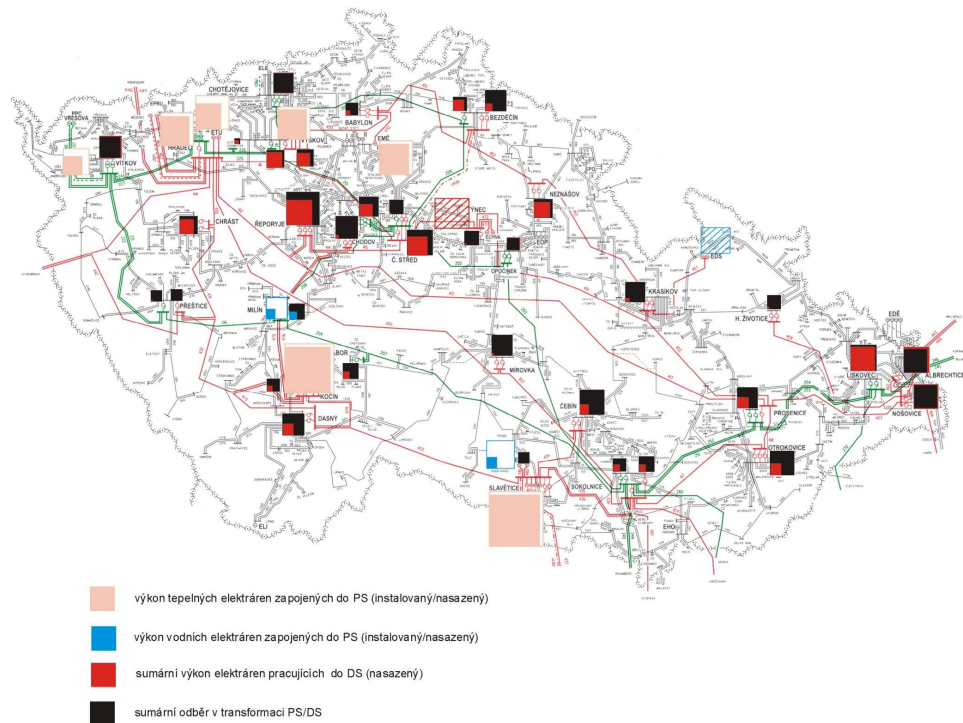
ROZVOJOVÉ SCHÉMA PŘENOSOVÉ SÍTĚ ČR
výhled r.2017)



Území vhodné pro umístění nových zdrojů z pohledu PS (Vrstevnice vymezují území vhodné pro instalaci zdrojů o výkonu 150MW, 300MW, 450MW, 600MW):



Pravděpodobné plošné rozložení výroby a spotřeby v ES ČR (char. model na úrovni roku 2013):



Plánované investiční akce do PS (vybrané příklady):

- Výstavbu nové rozvodny 400 kV Verněřov
- Výstavbu vedení 400 kV Verněřov – Hradec
- Výstavbu nové rozvodny 400 kV Vítkov
- Výstavbu vedení 400 kV Vítkov – Verněřov
- Výstavbu vedení 400 kV Vítkov – Přestice
- Výstavbu nové rozvodny 400 kV Chotějovice
- Výstavbu nového vedení 400 kV Chotějovice – Výškov
- Zdvojení stávajícího vedení 400 kV Výškov – Čechy Střed (variantně vedení Výškov – Řeporyje)
- Zdvojení stávajícího vedení 400 kV Babylon – Bezděčín
- Zdvojení stávajícího vedení 400 kV Výškov – Babylon
- Výstavbu nového vedení 400 kV Krasíkov – H. Životice
- Zdvojení stávajícího vedení 400 kV Prosenice - Nošovice
- Výměna transformátorů 250 MVA za stroje o výkonu 350 MVA v uzlech: 1x Čebín (rok 2014), 2xTR Nošovice (rok 2011 a 2016), 1xTR Albrechtice (rok 2013), 2x TR H. Životice (rok 2012 a 2018), 2x TR Slavětice (rok 2010 a 2016), 2x TR Mírovka (rok 2012 a 2013)
- K plnému pokrytí nárůstu spotřeby je proto nutné vybudovat v oblasti novou transformační stanici 400/110 kV v lokalitě Kletné. Výhody vybrané varianty Kletné jsou, že umožňuje nasazení dvou nových transformátorů 400/110 kV s výkonem 2x 350 MVA od počátku provozu a výhledově umožňuje nasazení třetího transformátoru 400/110 kV, 350 MVA.

[10, 11, 13]

5. Výpočty sítě, výpočty před a po výměně transformátorů

Pro výpočty sítě je použit výpočetní program pro analýzu a výpočet elektrických sítí GLF/AES. Do programu je zakreslena přenosová síť ČR a jsou doplněny všechny vstupní hodnoty a parametry generátorů, vedení a transformátorů nutné pro výpočet sítě. Vstupní hodnoty a parametry vedení a transformátorů jsou reálné, pocházejí ze štítkových údajů strojů a z měření v síti. Vstupní hodnoty byly pro účely diplomové práce poskytnuty společností ČEPS, a.s. a nejsou ze strategických důvodů zcela aktuální, ale pro účely diplomové práce jsou dostatečné.

Nejprve byly vypočteny zkraty v uzlech před výměnou transformátorů se stávajícími transformátory řady 250 MVA a 350 MVA. Poté byly provedeny výpočty po výměně transformátorů za řadu 350 MVA. Vypočítaná data byla zanesena do tabulek a provedeno vyhodnocení nárůstu zkratů do uzlů.

5.1. Výpočetní program GLF/AES

Výpočetní program pro analýzu a výpočet elektrických sítí GLF/AES verze 11/2002.

GRAPHIC LOAD FLOW - GLF

ANALÝZY ELEKTRICKÝCH SÍTÍ - AES

Autoři Ing. Jiří Ptáček, Ing. Petr Modlitba, CSc.

5.1.1 Funkce programu

Program je určen hlavně k řešení elektrických sítí vn, vvn a zvn. Program GLF slouží pro:

- Výpočet ustáleného chodu střídavé elektrické sítě
- Výpočet chodu elektrické sítě stejnosměrným modelem

- Analýzu napěťových poměrů v síti
- Analýzu zkratových poměrů v síti
- Kontrolu spolehlivosti provozu sítě podle kritéria (n-1)
- Prověření síťových závislostí vzájemného chování prvků a veličin
- Výpočet náhrad elektrických sítí (impedanční náhrady, náhrady pro chody sítí, pro zkraty)
- Grafické zobrazení počítané sítě nebo její části s vyhodnocením výsledků podle typu výpočtu a požadavku zadavatele
- Kontrolu dodržování dovolených napětí v síti, kontrolu zatěžování vedení a transformátorů, kontrolu bilance výkonu v síti nebo její části
- Rozbor ztrát činného a jalového výkonu v el. síti

5.1.2 Použité metody výpočtů

5.1.2.1 Střídavý model (AC Load Flow)

Pomocí střídavého modelu je možné řešit ustálené stavy el. sítí. Program vypočítá ze zadaných uzlových údajů a parametrů větví napětí a jeho úhly v uzlech sítě a dále toky činných a jalových výkonů a proudy po větvích sítě. Při výpočtu jsou respektována zvolená regulační opatření pro řízení činných výkonů i napětí.

5.1.2.2 Stejnoseměrný model (DC Load Flow)

Výpočet chodu stejnosměrným modelem slouží pro zjednodušenou analýzu poměru v sítích vvn. Výpočet umožňuje stanovit rozdělení činných výkonů podle reaktancí jednotlivých prvků sítě. Zatížení vedení a transformátorů je počítáno pro konstantní účinník přenášeného výkonu. Stejným způsobem jsou počítány i ztráty v síti. Stejnoseměrný model neumožňuje posuzovat napěťové poměry v síti. Stejnoseměrný model využívá části dat pro střídavý model a respektuje bilanční uzly. Výpočet je prováděn přímým způsobem (neiteračně). Je proto rychlý a je ho možné použít ve všech případech (i v případech, kdy vlivem špatné konvergence nelze spočítat střídavý chod).

[15]

5.2. Výpočty

5.2.1 Rozvodna Horní Životice

Schéma distribučních a přenosových vedení kolem rozvodny Horní Životice

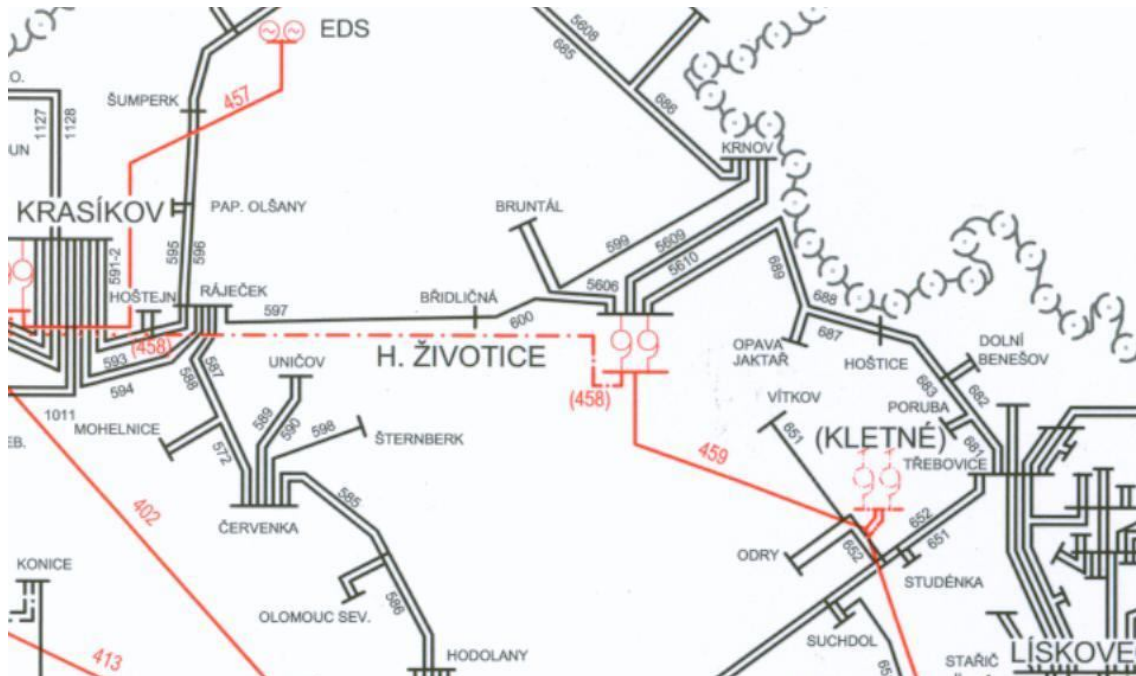
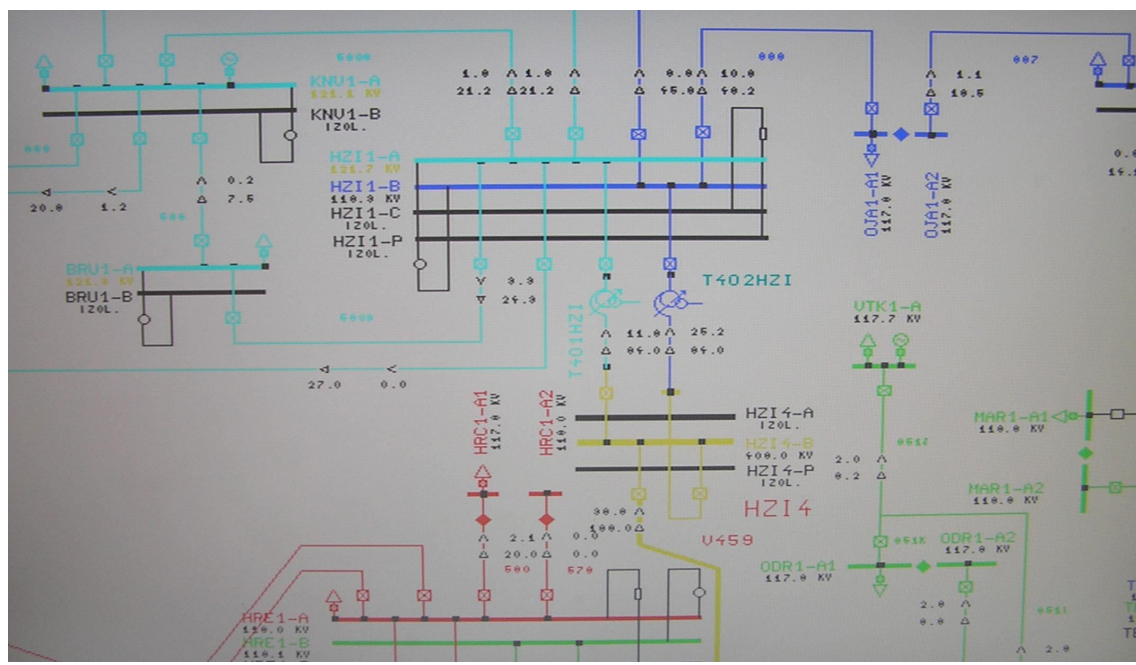


Schéma rozvodny Horní Životice



Zkrat v uzlu HZI4-B 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4-B 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI459	459HZI4	4613,70	6,66	1118,30	4,84	882,50	3,82
HZI4KSP	HZI4T402	8,00	0,01	52,30	0,23	166,70	0,72
HZI4T401	HZI4T401	36,60	0,05	62,90	0,27	180,30	0,78
Celkem:		4658,10	6,72	1229,30	5,32	1229,30	5,32

Zkrat v uzlu HZI4-B 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4-B 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI459	459HZI4	4613,80	6,66	1117,70	4,84	883,60	3,83
HZI4KSP	HZI4T402	8,50	0,01	56,50	0,24	178,90	0,77
HZI4T401	HZI4T401	34,70	0,05	58,00	0,25	165,70	0,72
Celkem:		4656,90	6,72	1228,10	5,32	1228,10	5,32

Nárůst zkratu v uzlu HZI4-B 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		HZI4-B 400kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R0			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		-1,20	0,00	-1,20	0,00	-1,20	0,00
rozdíl (%)		-0,03	0,00	-0,10	0,00	-0,10	0,00

Zkrat v uzlu 459 HZI4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		459HZI4 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
V459	459NOS4	4614,90	6,66	1118,60	4,84	882,80	3,82
HZI459	HZI4-B	44,40	0,06	115,00	0,50	346,90	1,50
Celkem:		4659,40	6,73	1229,60	5,32	1229,60	5,32

Zkrat v uzlu 459 HZI4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		459HZI4 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
V459	459NOS4	4615,10	6,66	1118,00	4,84	884,00	3,83
HZI459	HZI4-B	43,10	0,06	114,50	0,50	344,50	1,49
Celkem:		4658,10	6,72	1228,40	5,32	1228,40	5,32

Nárůst zkratu v uzlu 459 HZI4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		HZI4-B 400kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R0			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		-1,20	0,00	-1,20	0,00	-1,20	0,00
rozdíl (%)		-0,03	0,00	-0,10	0,00	-0,10	0,00

Zkrat v uzlu HZI4T401 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4T401 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4T401	HZI4-B	4620,80	672,00	1228,90	5,32	1228,90	5,32
HZI1T401	DHZI41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	4656,80	6,72	1228,90	5,32	1228,90	5,32

Zkrat v uzlu HZI4T401 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4T401 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4T401	HZI4-B	4620,90	6,67	1171,40	5,07	1062,10	4,60
HZI1T401	DHZI41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	4655,60	6,72	1227,70	5,32	1222,70	5,32

Nárůst zkratu v uzlu HZI4T401 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		HZI4T401 400kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		-1,20	0,00	-1,20	0,00	-6,20	0,00
rozdíl (%)		-0,03	0,00	-0,10	0,00	-0,50	0,00

Zkrat v uzlu HZI4T402 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4KSP	HZI4-B	4648,90	6,71	1179,20	5,11	1026,40	4,60
HZI1T402	DHZI42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	4656,80	6,72	1228,90	5,32	1228,90	5,32

Zkrat v uzlu HZI4T402 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4KSP	HZI4-B	4647,20	6,72	1173,40	5,08	1048,90	4,54
HZI1T402	DHZI42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	4655,60	6,72	1227,70	5,32	1227,70	5,32

Nárůst zkratu v uzlu HZI4T402 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		HZI4T402 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		-1,20	0,00	-1,20	0,00	-1,20	0,00
rozdíl (%)		-0,03	0,00	-0,10	0,00	-0,10	0,00

Zkrat v uzlu HZI1-A 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1-A 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI600	600HZI	0,00	0,00	0,10	0,00	6,20	0,10
HZI5606	5606HZI1	9,10	0,05	15,40	0,24	41,10	0,65
HZI5609	5609HZI1	12,60	0,07	14,30	0,23	34,80	0,55
HZI5610	5610HZI1	12,60	0,07	14,30	0,23	34,80	0,55
HZI1T401	HZI1T401	1442,90	7,50	506,80	7,98	438,70	6,91
	Celkem:	1477,10	7,75	550,80	8,67	550,80	8,67

Zkrat v uzlu HZI1-A 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1-A 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI600	600HZI	0,00	0,00	0,20	0,00	8,20	0,13
HZI5606	5606HZI1	8,90	0,05	18,50	0,29	51,60	0,81
HZI5609	5609HZI1	12,30	0,06	16,80	0,26	43,70	0,69
HZI5610	5610HZI1	12,30	0,06	16,80	0,26	43,70	0,69
HZI1T401	HZI1T401	1561,90	8,20	484,00	7,62	395,80	6,23
	Celkem:	1595,20	8,37	536,00	8,44	536,00	8,44

Nárůst zkratu v uzlu HZI1-A 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		HZI1-A 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		118,10	0,62	-14,80	-0,23	-14,80	-0,23
rozdíl (%)		8,00	8,00	-2,69	-2,65	-2,69	-2,65

Zkrat v uzlu HZI1-B 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1-B 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI688	688HZI1	3,90	0,02	25,50	0,40	77,80	1,23
HZI689	689HZI1	3,70	0,02	21,60	0,34	67,40	1,06
HZI1T402	HZI1T402	1278,70	6,71	400,40	6,30	303,10	4,77
	Celkem:	1286,20	6,75	447,20	7,04	447,20	7,04

Zkrat v uzlu HZI1-B 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1-B 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R0			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI688	688HZI1	4,00	0,00	26,20	0,41	79,90	1,26
HZI689	689HZI1	3,80	0,02	22,20	0,35	69,10	1,09
HZI1T402	HZI1T402	1505,90	7,90	478,30	7,53	378,40	5,96
	Celkem:	1513,70	7,94	526,60	8,29	526,60	8,29

Nárůst zkratu v uzlu HZI1-B 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	HZI1-B 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	227,50	1,19	79,40	1,25	79,40	1,25
rozdíl (%)	17,69	17,63	17,75	17,76	17,75	17,76

Zkrat v uzlu 600HZI1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		600HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
600	600BRI1	0,00	0,00	0,10	0,00	6,20	0,10
HZI600	HZI1-A	1475,40	7,74	549,60	8,65	548,30	8,63
	Celkem:	1475,40	7,74	549,70	8,66	549,70	8,66

Zkrat v uzlu 600HZI1 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		600HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
600	600BRI1	0,00	0,00	0,20	0,00	8,20	0,13
HZI600	HZI1-A	1593,20	8,36	534,80	8,42	533,20	8,40
	Celkem:	1593,20	8,36	534,90	8,42	534,90	8,42

Nárůst zkratu v uzlu 600HZI1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	600HZI1 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	117,80	0,62	-14,80	-0,24	-14,80	-0,24
rozdíl (%)	7,98	8,01	-2,69	-2,77	-2,69	-2,77

Zkrat v uzlu 688HZI1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		688HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
688	688HOS1	4,40	0,02	25,60	0,40	78,00	1,23
HZI688	HZI1-B	1280,60	6,72	421,10	6,63	368,90	5,81
	Celkem:	1285,00	6,74	446,60	7,03	446,60	7,03

Zkrat v uzlu 688HZI1 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		688HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
688	688HOS1	4,60	0,02	26,40	0,42	80,10	1,26
HZI688	HZI1-B	1507,40	7,91	499,40	7,86	445,90	7,02
	Celkem:	1512,00	7,94	525,80	8,28	525,80	8,28

Nárůst zkratu v uzlu 688HZI1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	688HZI1 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	227,00	1,20	79,20	1,25	79,20	1,25
rozdíl (%)	17,67	17,80	17,73	17,78	17,73	17,78

Zkrat v uzlu 689HZI1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		689HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
689	6890JA1	4,20	0,02	21,80	0,34	67,60	1,06
HZI689	HZI1-B	1280,80	6,72	424,90	6,69	379,60	5,98
	Celkem:	1285,00	6,74	446,60	7,03	446,60	7,03

Zkrat v uzlu 689HZI1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		689HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
689	6890JA1	4,40	0,02	22,40	0,35	69,30	1,09
HZI689	HZI1-B	1507,60	7,91	503,40	7,93	456,90	7,19
	Celkem:	1512,00	7,94	525,80	8,28	525,80	8,28

Nárůst zkratu v uzlu 689HZI1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	689HZI1 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	227,00	1,20	79,20	1,25	79,20	1,25
rozdíl (%)	17,67	17,80	17,73	17,78	17,73	17,78

Zkrat v uzlu 5606HZI1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5606HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5606	5606BRU1	9,90	0,05	15,70	0,25	41,40	0,65
HZI5606	HZI1-A	1465,70	7,69	534,10	8,41	508,40	8,00
	Celkem:	1475,50	7,74	549,80	8,66	549,80	8,66

Zkrat v uzlu 5606HZI1 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5606HZI1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5606	5606BRU1	9,70	0,05	18,70	0,29	51,90	0,82
HZI5606	HZI1-A	1583,70	8,31	516,40	8,13	483,20	7,61
	Celkem:	1593,30	8,36	535,10	8,43	535,10	8,43

Nárůst zkratu v uzlu 5606HZI1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	5606HZI1 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	117,80	0,62	-14,70	-0,23	-14,70	-0,23
rozdíl (%)	7,98	8,01	-2,67	-2,66	-2,67	-2,66

Zkrat v uzlu 5609HZI1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5609HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5609	5609KNV1	13,60	0,07	14,70	0,23	35,20	0,55
HZI5609	HZI1-A	1462,00	7,67	535,10	8,43	514,60	8,10
	Celkem:	1475,50	7,74	549,80	8,66	549,80	8,66

Zkrat v uzlu 5609HZI1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5609HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5609	5609KNV1	13,40	0,07	17,10	0,27	44,00	0,69
HZI5609	HZI1-A	1580,00	8,29	518,00	8,16	491,10	7,73
	Celkem:	1593,30	8,36	535,00	8,42	535,00	8,42

Nárůst zkratu v uzlu 5609HZI1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	5609HZI1 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	117,80	0,62	-14,80	-0,24	-14,80	-0,24
rozdíl (%)	7,98	8,01	-2,69	-2,77	-2,69	-2,77

Zkrat v uzlu 5610HZI1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5610HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5610	5610KNV1	13,60	0,07	14,70	0,23	35,20	0,55
HZI5610	HZI1-A	1462,00	7,67	535,10	8,43	514,60	8,10
	Celkem:	1475,50	7,74	549,80	8,66	549,80	8,66

Zkrat v uzlu 5610HZI1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5610HZI1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
5610	5610KNV1	13,40	0,07	174,10	0,27	44,00	0,69
HZI5610	HZI1-A	1580,00	8,29	518,00	8,16	491,10	7,73
	Celkem:	1593,30	8,36	535,00	8,42	535,00	8,42

Nárůst zkratu v uzlu 5610HZI1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	5610HZI1 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	117,80	0,62	-14,80	-0,24	-14,80	-0,24
rozdíl (%)	7,98	8,01	-2,69	-2,77	-2,69	-2,77

Zkrat v uzlu HZI1T401 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1T401 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI1T401	HZI1-A	34,30	0,18	44,10	0,69	112,20	1,70
HZI4T401	DHZI41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	1478,60	7,76	551,60	8,69	551,60	8,69

Zkrat v uzlu HZI1T401 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		HZI1T401 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI1T401	HZI1-A	33,50	0,18	52,10	0,82	141,10	2,22
HZI4T401	DHZI41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	1597,00	8,38	536,80	8,45	536,80	8,45

Nárůst zkratu v uzlu HZI1T401 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	HZI1T401 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	118,40	0,62	-14,80	-0,24	-14,80	-0,24
rozdíl (%)	8,01	7,99	-2,68	-2,76	-2,68	-2,76

Zkrat v uzlu DHZI41 10,5 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		DHZI41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4T401	HZI1T401	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	721,70	39,19	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DHZI41 10,5 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		DHZI41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S3 (MVA)	IR3 (kA)	S1 (MVA)	IR1 (kA)	S0 (MVA)	3I0 (kA)
HZI4T401	HZI1T401	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	830,00	45,64	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu DHZI41 10,5 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	DHZI41 10,5 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	108,30	6,45	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)	15,01	16,46	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DHZI42 10,5 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		DHZI42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
HZI4T402	HZI1T402	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	466,10	25,63	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DHZI42 10,5 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		DHZI42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
HZI4T402	HZI1T402	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	861,70	47,38	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu DHZI42 10,5 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	DHZI42 10,5 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	395,60	21,75	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)	84,87	84,86	0,00	0,00	0,00	0,00

5.2.2 Rozvodna Nošovice

Schéma distribučních a přenosových vedení kolem rozvodny Nošovice



Zkrat v uzlu NOS4-A 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4-A 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS 460	460NOS 4	3307,40	4,77	889,10	3,85	1028,80	4,45
NOS4SP	NOS 4-B	10025,50	14,47	2544,70	11,02	2483,10	10,75
NOS404	404NOS4	4995,80	7,21	1182,40	5,12	963,40	4,17
NOS4T402	NOS4T402	399,00	0,58	162,40	0,70	298,50	1,29
	Celkem:	18708,90	27,00	4771,70	20,66	4771,70	20,66

Zkrat v uzlu NOS4-A 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4-A 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS 460	460NOS 4	3307,80	4,77	892,10	3,86	1015,00	4,39
NOS4SP	NOS 4-B	10043,70	14,50	2579,30	11,17	2506,90	10,85
NOS404	404NOS4	4996,40	7,21	1189,20	5,15	950,50	4,12
NOS4T402	NOS4T402	397,90	0,57	186,90	0,81	370,70	1,61
	Celkem:	18727,40	27,03	4841,20	20,96	4841,20	20,96

Nárůst zkratu v uzlu NOS4-A 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS4-A 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,50	0,30	69,50	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,46	1,45	1,46	1,45

Zkrat v uzlu NOS4-B 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4-B 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS403	403NOS4	4315,60	6,23	1069,50	4,63	989,30	4,28
NOS459	459NOS4	43,90	0,06	95,50	0,41	260,10	1,13
NOS4SP	NOS4-A	8680,10	12,53	2226,10	9,64	2287,00	9,90
NOS444	444NOS4	5025,10	7,25	1198,90	5,19	974,40	4,22
NOS4T401	NOS4T401	706,10	1,02	208,10	0,90	262,40	1,14
	Celkem:	18710,30	27,01	4772,10	20,66	4772,10	20,66

Zkrat v uzlu NOS4-B 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4-B 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS403	403NOS4	4315,80	6,23	1074,50	4,65	976,10	4,23
NOS459	459NOS4	44,00	0,06	94,40	0,41	256,60	1,11
NOS4SP	NOS4-A	8680,30	12,53	2260,90	9,79	2332,60	10,10
NOS444	444NOS4	5025,60	7,25	1205,50	5,22	961,30	4,16
NOS4T401	NOS4T401	723,40	1,04	231,70	1,00	315,80	1,37
	Celkem:	18728,80	27,03	4841,50	20,96	4841,50	20,96

Nárůst zkratu v uzlu NOS4-B 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS4-B 400kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,02	69,40	0,30	69,40	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,07	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu 403NOS4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		403NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V403	400PRN4	4316,80	6,23	1069,70	4,63	989,90	4,29
NOS403	NOS4-B	14410,20	20,80	3708,00	16,06	3778,40	16,36
	Celkem:	18698,90	26,99	4768,20	20,65	4768,20	20,65

Zkrat v uzlu 403NOS4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		403NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V403	400PRN4	4316,90	6,23	1074,70	4,65	976,70	4,23
NOS403	NOS4-B	14428,70	20,83	3772,40	16,33	3861,00	16,72
	Celkem:	18717,40	27,02	4837,50	20,95	4837,50	20,95

Nárůst zkratu v uzlu 403NOS4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		403NOS4 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,30	0,30	69,30	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu 404NOS4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		404NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS404	NOS4-A	13714,80	19,80	3588,00	15,25	3804,70	16,47
V404	404VAR4	4997,30	7,21	1182,70	5,12	964,00	4,17
Celkem:		18699,00	26,99	4768,00	20,65	4768,00	20,65

Zkrat v uzlu 404NOS4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		404NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS404	NOS4-A	13732,80	19,82	3650,70	15,81	3886,80	16,83
V404	404VAR4	4998,00	7,21	1189,40	5,15	951,10	4,12
Celkem:		18717,50	27,02	4837,30	20,95	4837,30	20,95

Nárůst zkratu v uzlu 404NOS4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		404NOS4 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,30	0,30	69,30	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu 444NOS4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		444NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS444	NOS4-B	13691,80	19,76	3578,70	15,50	3793,30	16,43
V444	444WIE4	5026,70	7,26	1199,20	5,19	975,00	4,22
Celkem:		18700,40	26,99	4768,30	20,65	4768,30	20,65

Zkrat v uzlu 444NOS4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		444NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS444	NOS4-B	13709,60	19,79	3641,20	15,77	3875,70	16,78
V444	444WIE4	5027,20	7,26	1205,80	5,22	962,00	4,17
Celkem:		18718,90	27,02	4837,70	20,95	4837,70	20,95

Nárůst zkratu v uzlu 444NOS4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		444NOS4 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,40	0,30	69,40	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,46	1,45	1,46	1,45

Zkrat v uzlu 459NOS4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		459NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V459	459HZI4	43,90	0,06	95,50	0,41	260,10	1,13
NOS459	NOS4-B	18645,50	26,91	4673,60	20,24	4506,10	19,51
Celkem:		18689,30	26,98	4765,70	20,64	4765,70	20,64

Zkrat v uzlu 459NOS4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		459NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V459	459HZI4	44,00	0,06	94,40	0,41	256,70	1,11
NOS459	NOS4-B	18663,90	26,94	4743,90	20,54	4578,80	19,83
Celkem:		18707,70	27,00	4834,90	20,94	4834,90	20,94

Nárůst zkratu v uzlu 459NOS4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		459NOS4 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,40	0,02	69,20	0,30	69,20	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,07	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu 460NOS4 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		460NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V460	460ALB4	3308,20	4,77	889,30	3,85	1029,30	4,46
NOS460	NOS4-A	15396,30	22,22	3880,90	16,80	3739,30	16,19
Celkem:		18695,30	26,98	4767,60	20,64	4767,60	20,64

Zkrat v uzlu 460NOS4 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		460NOS4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V460	460ALB4	3308,60	4,78	892,30	3,86	1015,50	4,40
NOS460	NOS4-A	15414,30	22,25	3947,20	17,09	3822,50	16,55
Celkem:		18713,80	27,01	4836,90	20,94	4836,90	20,94

Nárůst zkratu v uzlu 460NOS4 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		460NOS4 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,30	0,30	69,30	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu NOS4T401 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4T401 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS4T401	NOS4-B	18010,30	26,00	4565,90	19,77	4503,70	19,50
T401NOS1	DNOS41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		18690,70	26,98	4765,90	20,64	4765,90	20,64

Zkrat v uzlu NOS4T401 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4T401 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS4T401	NOS4-B	18011,30	26,00	4611,30	19,97	4519,40	19,57
T401NOS1	DNOS41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		18709,20	27,00	4835,20	20,94	4835,20	20,94

Nárůst zkratu v uzlu NOS4T401 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS4T401 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,02	69,30	0,30	69,30	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,07	1,45	1,45	1,45	1,45

Zkrat v uzlu NOS4T402 400kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS4T402	NOS4-A	18290,60	26,40	4605,60	19,94	4467,50	19,34
T402NOS1	DNOS42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		18688,70	26,97	4765,50	20,64	4765,50	20,64

Zkrat v uzlu NOS4T402 400kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS4T402	NOS4-A	18309,80	26,43	4649,90	20,13	4464,40	19,33
T402NOS1	DNOS42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		18707,20	27,00	4834,90	20,94	4834,90	20,94

Nárůst zkratu v uzlu NOS4T402 400kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS4T402 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		18,50	0,03	69,40	0,30	69,40	0,30
rozdíl (%)		0,10	0,11	1,46	1,45	1,46	1,45

Zkrat v uzlu NOS1-A1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-A1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS699	699NOS1	231,00	1,21	131,40	2,07	245,10	3,86
NOS1-SP1	NOS1-A2	2132,00	11,19	660,00	10,39	547,00	8,61

Zkrat v uzlu NOS1-A1 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-A1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS699	699NOS1	228,30	1,20	123,60	1,95	214,50	3,38
NOS1-SP1	NOS1-A2	2348,70	12,33	788,00	12,41	698,00	10,99
	Celkem:	2576,96	13,53	911,60	14,35	911,60	14,35

Nárůst zkratu v uzlu NOS1-A1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS1-A1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,96	1,13	120,20	1,89	120,20	1,89
rozdíl (%)		9,05	9,11	15,19	15,17	15,19	15,17

Zkrat v uzlu NOS1-A2 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-A2 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST402	T402NOS1	1911,40	10,03	562,40	8,85	398,60	6,28
NOS5691	5691NOS1	113,30	0,59	49,80	0,78	76,30	1,20
NOS5692	5692NOS1	113,30	0,59	49,80	0,78	76,30	1,20
NOS1-SP1	NOS1-A1	231,00	1,21	131,20	2,07	244,60	3,85
	Celkem:	2366,40	12,42	792,70	12,48	792,70	12,48

Zkrat v uzlu NOS1-A2 110kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-A2 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST402	T402NOS1	2131,70	11,19	695,20	10,95	569,30	8,96
NOS5691	5691NOS1	112,10	0,59	47,80	0,75	66,70	1,05
NOS5692	5692NOS1	112,10	0,59	47,80	0,75	66,70	1,05
NOS1-SP1	NOS1-A1	228,20	1,20	123,40	1,94	213,80	3,37
	Celkem:	2581,10	13,55	913,70	14,39	913,70	14,39

Nárůst zkratu v uzlu NOS1-A2110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	NOS1-A2 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	214,70	1,13	121,00	1,91	121,00	1,91
rozdíl (%)	9,07	9,10	15,26	15,30	15,26	15,30

Zkrat v uzlu NOS1-B1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-B1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST401	T401NOS1	1906,20	10,01	547,40	8,62	473,70	7,46
NOS1-SP2	NOS1-B2	946,20	4,97	317,00	4,99	376,10	5,92
NOS1KSP1	NOS1NOS1	0,00	0,00	0,10	0,00	1,60	0,03
Celkem:		2795,00	14,67	844,90	13,30	844,90	13,30

Zkrat v uzlu NOS1-B1 110kV s transformátorem 350MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-B1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST401	T401NOS1	2123,20	11,14	690,80	10,88	667,90	10,52
NOS1-SP2	NOS1-B2	945,40	4,96	316,10	4,98	324,00	5,10
NOS1KSP1	NOS1NOS1	0,00	0,00	0,10	0,00	1,40	0,02
Celkem:		3009,90	15,80	987,50	15,55	978,50	15,55

Nárůst zkratu v uzlu NOS1-B1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	NOS1-B1 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	214,90	1,13	142,60	2,25	133,60	2,25
rozdíl (%)	7,69	7,70	16,88	16,92	15,81	16,92

Zkrat v uzlu NOS1-B1 110kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-B1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS637B	637BNOS1	473,10	2,48	153,60	2,42	171,40	2,70
NOS638B	638BNOS1	473,70	2,49	163,90	2,58	205,50	3,24
NOS1-SP2	NOS1-B1	1903,50	9,99	546,50	8,61	470,70	7,41
Celkem:		2792,90	14,66	844,40	13,30	844,40	13,30

Zkrat v uzlu NOS1-B1 110kV s transformátorem 350MVA

Zkrat v uzlu		NOS1-B1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS637B	637BNOS1	472,70	2,48	153,80	2,42	147,80	2,33
NOS638B	638BNOS1	473,70	2,48	162,70	2,56	177,20	2,79
NOS1-SP2	NOS1-B1	2119,80	11,13	689,10	10,85	664,10	10,46
Celkem:		3007,10	15,78	986,00	15,53	986,00	15,53

Nárůst zkratu v uzlu NOS1-B1 110kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS1-B1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		214,20	1,12	141,60	2,23	141,60	2,23
rozdíl (%)		7,67	7,64	16,77	16,77	16,77	16,77

Zkrat v uzlu DNOS41 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		DNOS41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS410	NOS41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOS4T401	T401NOS1	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		446,80	24,57	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DNOS41 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		DNOS41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS410	NOS41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NOS4T401	T401NOS1	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		1086,20	59,72	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu DNOS41 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		DNOS41 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		639,40	35,15	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		143,11	143,06	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu NOS41 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS410	DNOS41	429,40	23,61	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem:		429,40	23,61	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu NOS41 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS41 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS410	DNOS41	985,80	54,21	0,00	0,00	0,00	0,00
	Celkem:	985,80	54,21	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu NOS41 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS41 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		556,40	30,60	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		129,58	129,61	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu NOS42 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS420	DNOS42	397,80	21,88	0,00	0,00	0,00	0,00
	Celkem:	397,80	21,88	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu NOS42 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS420	DNOS42	932,90	51,30	0,00	0,00	0,00	0,00
	Celkem:	932,90	51,30	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu NOS42 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS42 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		535,10	29,42	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		134,51	134,46	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu 699NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		699NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
699	699LIS1	231,00	1,21	131,60	2,07	245,60	3,87
NOS699	NOS1-A1	2128,60	11,17	658,50	10,37	545,20	8,58
	Celkem:	2359,60	12,38	790,10	12,44	790,10	12,44

Zkrat v uzlu 699NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		699NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
699	699LIS1	228,30	1,20	123,80	1,95	215,20	3,39
NOS699	NOS1-A1	2344,50	12,31	785,70	12,37	695,20	10,95
	Celkem:	2572,70	13,50	909,50	14,32	909,50	14,32

Nárůst zkratu v uzlu 699NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		699NOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,10	1,12	119,40	1,88	119,40	1,88
rozdíl (%)		9,03	9,05	15,11	15,11	15,11	15,11

Zkrat v uzlu 5692NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5692NOS1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5692	5692ROP1	114,80	0,60	50,20	0,79	76,70	1,21
NOS5692	NOS1-A2	2249,00	11,80	740,70	11,66	714,60	11,25
	Celkem:	2362,60	12,40	790,70	12,45	790,70	12,45

Zkrat v uzlu 5692NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5692NOS1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5692	5692ROP1	113,70	0,60	48,30	0,76	67,20	1,06
NOS5692	NOS1-A2	2464,20	12,93	862,80	13,59	910,90	14,34
	Celkem:	2576,40	13,52	910,90	14,34	910,90	14,34

Nárůst zkratu v uzlu 5692NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5692NOS1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,80	1,12	120,20	1,89	120,20	1,89
rozdíl (%)		9,05	9,03	15,20	15,18	15,20	15,18

Zkrat v uzlu 5691NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5691NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5691	5691ROP1	114,80	0,60	50,20	0,79	76,70	1,21
NOS5691	NOS1-A2	2249,00	11,80	740,70	11,66	714,60	11,25
	Celkem:	2362,60	12,40	790,70	12,15	790,70	12,45

Zkrat v uzlu 5691NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5691NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5691	5691ROP1	113,70	0,60	48,30	0,76	67,20	1,06
NOS5691	NOS1-A2	2464,20	12,93	862,80	13,59	844,20	13,29
Celkem:		2576,40	13,52	910,90	14,34	910,90	14,34

Nárůst zkratu v uzlu 5691NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5691NOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,80	1,12	120,20	2,20	120,20	1,89
rozdíl (%)		9,05	9,03	15,20	18,07	15,20	15,18

Zkrat v uzlu 638BNOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		638BNOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
638B	QRIV	476,40	2,50	164,70	2,59	206,50	3,25
NOS638B	NOS1-B2	2335,70	12,26	685,50	10,79	637,70	10,04
Celkem:		2788,90	14,64	842,80	13,27	842,80	13,27

Zkrat v uzlu 638BNOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		638BNOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
638B	QRIV	476,10	2,50	163,60	2,58	178,40	2,81
NOS638B	NOS1-B2	2550,30	13,39	827,70	13,03	806,60	12,70
Celkem:		3002,20	15,76	983,60	15,49	983,60	15,49

Nárůst zkratu v uzlu 638BNOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		638BNOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,30	1,12	140,80	2,22	140,80	2,22
rozdíl (%)		7,65	7,65	16,71	16,73	16,71	16,73

Zkrat v uzlu 637BNOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		637BNOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
637B	ORIV	475,80	2,50	154,40	2,43	172,30	2,71
NOS637B	NS1-B2	2336,60	12,26	696,30	10,96	971,40	10,57
Celkem:		2788,90	14,64	842,60	13,27	842,60	13,27

Zkrat v uzlu 637BNOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		637BNOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
637B	ORIV	475,50	2,50	154,70	2,44	148,90	2,34
NOS637B	NS1-B2	2551,10	13,39	837,10	13,18	835,70	13,16
Celkem:		3002,20	15,76	983,40	15,48	983,40	15,48

Nárůst zkratu v uzlu 637BNOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		637BNOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		213,30	1,12	140,80	2,21	140,80	2,21
rozdíl (%)		7,65	7,65	16,71	16,65	16,71	16,65

Zkrat v uzlu NOS1NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS1KSP1	NOS1-B1	394,80	2,07	82,50	1,30	82,50	1,30
Celkem:		394,80	2,07	82,50	1,30	82,50	1,30

Zkrat v uzlu NOS1NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		NOS1NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOS1KSP1	NOS1-B1	395,80	2,08	83,10	1,31	83,10	1,31
Celkem:		395,80	2,08	83,10	1,31	83,10	1,31

Nárůst zkratu v uzlu NOS1NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		NOS1NOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		1,00	0,01	0,60	0,01	0,60	0,01
rozdíl (%)		0,25	0,48	0,73	0,77	0,73	0,77

Zkrat v uzlu T401NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		T401NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST401	NOS1-B1	945,50	4,96	316,70	4,99	373,80	5,89
NOS4T401	DNOS41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2797,20	14,68	845,60	13,31	845,60	13,31

Zkrat v uzlu T401NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		T401NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST401	NOS1-B1	944,70	4,96	315,80	4,97	321,70	5,06
NOS4T401	DNOS41	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		3012,70	15,81	988,90	15,57	988,90	15,57

Nárůst zkratu v uzlu T401NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		T401NOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		215,50	1,13	143,30	2,26	143,30	2,26
rozdíl (%)		7,70	7,70	16,95	16,98	16,95	16,98

Zkrat v uzlu T402NOS1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		T402NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST402	NOS1-A2	456,50	2,40	230,20	3,62	396,20	6,24
NOS4T402	DNOS42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2369,00	12,43	793,30	12,49	793,30	12,49

Zkrat v uzlu T402NOS1 110 kV s transformátorem 350 MVA

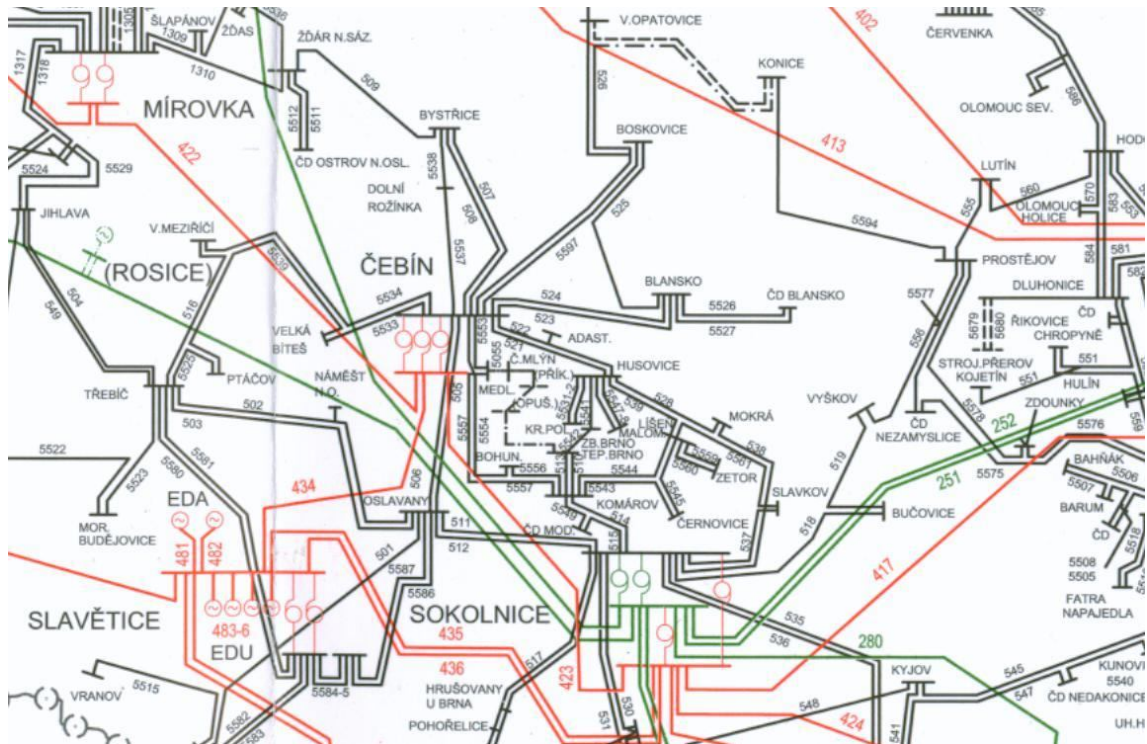
Zkrat v uzlu		T402NOS1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
NOST402	NOS1-A2	451,20	2,37	218,40	3,44	345,90	5,45
NOS4T402	DNOS42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2584,40	13,56	915,00	14,41	915,00	14,41

Nárůst zkratu v uzlu T402NOS1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		T402NOS1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		215,40	1,13	121,70	1,92	121,70	1,92
rozdíl (%)		9,09	9,09	15,34	15,37	15,34	15,37

Schéma distribučních a přenosových vedení kolem rozvodny Čebín

Schéma distribučních a přenosových vedení kolem rozvodny Čebín



Zkrat v uzlu CEB4-B 400 kVs transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4-B 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T401	T401CEB4	72,00	0,10	85,70	0,37	291,50	1,00
CEB422	422CEB4	2529,90	3,65	654,30	2,83	528,10	2,29
CEB423	423CEB4	7263,60	10,48	1930,40	8,36	1670,10	7,23
CEB434	434CEB4	6017,60	8,69	1627,90	7,05	1470,00	6,37
CEB4T403	CEB4T403	7,20	0,01	89,70	0,39	275,10	1,19
CEB4T402	CEB4T402	366,70	0,53	209,10	0,91	420,40	1,82
Celkem:		16256,00	23,46	4593,30	19,89	4593,30	19,89

Zkrat v uzlu CEB4-B 400 kVs s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4-B 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T401	T401CEB4	72,10	0,10	86,00	0,37	232,60	1,01
CEB422	422CEB4	2530,00	3,65	653,50	2,83	530,50	2,30
CEB423	423CEB4	7263,60	10,48	1928,10	8,35	1677,60	7,26
CEB434	434CEB4	6017,60	8,69	1626,00	7,04	1476,60	6,39
CEB4T403	CEB4T403	7,20	0,01	78,40	0,34	239,30	1,04
CEB4T402	CEB4T402	366,70	0,53	209,50	0,91	422,30	1,83
Celkem:		16256,00	23,46	4577,30	19,82	4577,30	19,82

Nárůst zkratu v uzlu CEB4-B 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		CEB4-B 400 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,00	0,00	-16,00	-0,07	-16,00	-0,07
rozdíl (%)		0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu 422CEB4 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		422CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB422	CEB4-B	13715,10	19,80	3934,60	17,04	4061,00	17,58
V422	422HBM4	2530,30	3,65	654,40	2,83	528,40	2,29
Celkem:		16245,10	23,45	4588,70	19,87	4588,70	19,87

Zkrat v uzlu 422CEB4 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		422CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB422	CEB4-B	13715,10	19,80	3919,40	16,97	4042,70	17,51
V422	422HBM4	2530,40	3,65	653,50	2,83	530,80	2,30
Celkem:		16245,10	23,45	4572,70	19,80	4572,70	19,80

Nárůst zkratu v uzlu 422CEB4 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	422CEB4 400 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,00	0,00	-16,00	-0,07	-16,00	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu 423CEB4 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		423CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V422	423SOK4	7268,80	10,49	1931,70	8,36	1671,80	7,24
CEB423	CEB4-B	8986,20	12,97	2660,40	11,52	2920,20	12,64
	Celkem:	16254,30	23,46	4592,00	19,88	4592,00	19,88

Zkrat v uzlu 423CEB4 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		423CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V423	423SOK4	7268,80	10,49	1929,40	8,35	1679,40	7,27
CEB423	CEB4-B	8986,20	12,97	2646,70	11,46	2896,70	12,54
	Celkem:	16254,30	23,46	4576,10	19,81	4576,10	19,81

Nárůst zkratu v uzlu 423CEB4 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	423CEB4 400 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,00	0,00	-15,90	-0,07	-15,90	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu 434CEB4 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		434CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V434	434 SLV	6021,80	8,69	1628,90	7,05	1471,40	6,37
CEB434	CEB4-B	10230,40	14,77	2963,20	12,83	3120,00	13,51
	Celkem:	16251,90	23,46	4591,30	19,88	4591,30	19,88

Zkrat v uzlu 434CEB4 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		434CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
V434	434SLV4	6021,80	8,69	1627,10	7,05	1478,10	6,40
CEB434	CEB4-B	10230,50	14,77	2949,00	12,77	3097,30	13,41
	Celkem:	16251,90	23,46	4575,30	19,81	4575,30	19,81

Nárůst zkratu v uzlu 434CEB4 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	434CEB4 400 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,00	0,00	-16,00	-0,07	-16,00	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu CEB4T402 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T402	CEB4-B	15874,10	27,91	4379,90	18,97	4168,10	18,05
CEB1T402	DCEB42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,90	23,44	4587,80	19,87	4587,80	19,87

Zkrat v uzlu CEB4T402 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4T402 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T402	CEB4-B	15874,20	22,91	4363,50	18,89	4150,20	17,97
CEB1T402	DCEB42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,90	23,44	4571,90	19,80	4571,90	19,80

Nárůst zkratu v uzlu CEB4T402 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	CEB4T402 400 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,00	0,00	-15,90	-0,07	-15,90	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu CEB4T403 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4T403 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T403	CEB4-B	16233,10	23,43	4488,40	19,48	4312,50	18,67
CEB1T403	DCEB43	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,20	23,44	4587,50	19,86	4587,50	19,86

Zkrat v uzlu CEB4T403 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB4T403 400kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T403	CEB4-B	16233,10	23,43	4494,10	19,46	4332,00	18,76
CEB1T403	DCEB43	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,20	23,44	4571,50	19,79	4571,50	19,79

Nárůst zkratu v uzlu CEB4T403400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	CEB4T403 400kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,00	0,00	-16,00	-0,07	-16,00	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu T401CEB4 400 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T401	CEB4-B	16168,40	23,34	4502,90	19,50	4355,90	18,86
T401CEB1	T401CEBT	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,30	23,44	4587,50	19,86	4587,50	19,86

Zkrat v uzlu T401CEB4 400 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEB4 400 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB4T401	CEB4-B	16168,40	23,34	4486,60	19,43	4338,90	18,79
T401CEB1	T401CEBT	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
	Celkem:	16240,40	23,44	4571,50	19,79	4571,50	19,79

Nárůst zkratu v uzlu T401CEB4 400 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	T401CEB4 400 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,10	0,00	-16,00	-0,07	-16,00	-0,07
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35

Zkrat v uzlu CEB1-A 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-A 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
zdroj		1,30	0,01	31,80	0,50	94,60	1,49
CEB522A	522ACEB1	57,50	0,30	42,20	0,66	84,60	1,33
CEB5553	5553CEB1	226,90	1,19	97,00	1,53	119,70	1,88
CEB521	521CEB1	56,20	0,30	39,50	0,62	77,20	1,22
CEB5554	5554CEB1	61,30	0,32	34,40	0,54	58,10	0,92
CEB1T402	CEB1T402	2099,30	11,02	691,00	10,88	503,30	7,92
	Celkem:	2499,40	13,12	935,30	14,73	935,30	14,73

Zkrat v uzlu CEB1-A 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-A 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
zdroj:		1,30	0,01	31,90	0,50	94,60	1,49
CEB522A	522ACEB1	57,50	0,30	42,20	0,66	84,60	1,33
CEB5553	5553CEB1	226,90	1,19	97,00	1,53	119,80	1,89
CEB521	521CEB1	56,20	0,30	39,50	0,62	77,20	1,22
CEB5554	5554CEB1	61,30	0,32	34,50	0,54	58,20	0,92
CEB1T402	CEB1T402	2099,50	11,02	690,70	10,88	502,80	7,92
	Celkem:	2499,50	13,12	935,10	14,72	935,10	14,72

Nárůst zkratu v uzlu CEB1-A 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		CEB1-A 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,00	-0,20	-0,01	-0,20	-0,01
rozdíl (%)		0,00	0,00	-0,02	-0,07	-0,02	-0,07

Zkrat v uzlu CEB1B 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-B 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
odběr:		0,00	0,00	0,00	0,00	10,20	0,16
CEB505	505CEB1	26,30	0,14	20,90	0,33	45,30	0,71
CEB506	506CEB1	26,30	0,14	20,90	0,33	45,30	0,71
CEB5533	5533CEB1	9,50	0,05	24,80	0,39	69,10	1,09
CEB5534	5534CEB1	9,00	0,05	15,30	0,24	40,80	0,64
CEB1T401	T401CEB1	2112,20	11,09	694,50	10,94	574,40	9,04
	Celkem:	2183,10	11,46	776,30	12,22	776,30	12,22

Zkrat v uzlu CEB1B 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-B 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
odběr:		0,00	0,00	0,00	0,00	10,20	0,16
CEB505	505CEB1	26,30	0,14	20,90	0,33	45,30	0,71
CEB506	506CEB1	26,30	0,14	20,90	0,33	45,30	0,71
CEB5533	5533CEB1	9,50	0,05	24,80	0,39	69,20	1,09
CEB5534	5534CEB1	9,00	0,05	15,30	0,24	40,90	0,64
CEB1T401	T401CEB1	2112,40	11,09	694,20	10,93	574,00	9,04
	Celkem:	2183,20	11,46	776,10	12,22	776,10	12,22

Nárůst zkratu v uzlu CEB1B 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	CEB1-B 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,10	0,00	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,00

Zkrat v uzlu CEB1-C 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-C 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB507	507CEB1	0,50	0,00	2,70	0,04	8,20	0,13
CEB508	508CEB1	0,50	0,00	2,70	0,04	8,20	0,13
CEB523	523CEB1	1,10	0,01	9,40	0,15	27,70	0,44
CEB524	524CEB1	1,10	0,01	9,40	0,15	27,70	0,44
CEB526	526CEB1	1,30	0,01	6,10	0,10	17,60	0,28
CEB5537	5537CEB1	0,70	0,00	5,80	0,09	17,20	0,27
CEB5597	5597CEB1	1,70	0,01	9,10	0,14	27,10	0,43
CEB1T403	CEB1T403	1969,70	10,34	765,80	12,06	678,50	10,68
	Celkem:	1976,50	10,37	811,00	12,77	811,00	12,77

Zkrat v uzlu CEB1-C 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1-C 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB507	507CEB1	0,50	0,00	4,20	0,07	12,80	0,20
CEB508	508CEB1	0,50	0,01	4,20	0,07	12,80	0,20
CEB523	523CEB1	1,10	0,01	14,40	0,23	43,00	0,68
CEB524	524CEB1	1,10	0,01	14,40	0,23	43,00	0,68
CEB526	526CEB1	1,30	0,01	9,20	0,14	27,30	0,43
CEB5537	5537CEB1	0,70	0,00	8,80	0,14	26,80	0,42
CEB5597	5597CEB1	1,70	0,01	13,90	0,22	42,10	0,66
CEB1T403	CEB1T403	2108,10	11,06	693,60	10,92	557,10	8,77
	Celkem:	2115,00	11,10	762,70	12,01	762,70	12,01

Nárůst zkratu v uzlu CEB1-C 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	CEB1-C 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	138,50	0,73	-48,30	-0,76	-48,30	-0,76
rozdíl (%)	7,01	7,04	-5,96	-5,95	-5,96	-5,95

Zkrat v uzlu 505CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		505CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
505	505 OSL1	27,30	0,14	21,20	0,33	45,60	0,72
CEB505	CEB1-B	2152,40	11,30	753,00	11,86	729,10	11,48
Celkem:		2179,50	11,44	774,20	12,19	774,20	12,19

Zkrat v uzlu 505CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		505CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
505	505 OSL1	27,30	0,14	21,20	0,33	45,70	0,72
CEB505	CEB1-B	2152,50	11,30	752,80	11,85	728,80	11,48
Celkem:		2179,70	11,44	774,00	12,19	774,20	12,19

Nárůst zkratu v uzlu 505CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		505CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,20	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		0,01	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu 506CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		506CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
506	506 OSL1	27,30	0,14	21,20	0,33	45,60	0,72
CEB 506	CEB1-B	2152,40	11,30	753,00	11,86	729,10	11,48
Celkem:		2179,50	11,44	774,20	12,19	774,20	12,19

Zkrat v uzlu 506CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		506CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
506	506OSL1	27,30	0,14	21,20	0,33	45,70	0,72
CEB 506	CEB1-B	2152,40	11,30	752,80	11,85	728,80	11,48
Celkem:		2179,70	11,44	774,00	12,19	774,00	12,19

Nárůst zkratu v uzlu 506CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		506CEB1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,20	0,00	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		0,01	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,00

Zkrat v uzlu 507CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		507CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
507	507 BYS1	1,50	0,01	3,10	0,05	8,60	0,14
CEB 507	CEB1-C	1972,10	10,35	805,40	12,68	800,00	12,60
Celkem:		1973,60	10,36	808,50	12,73	808,50	12,73

Zkrat v uzlu 507CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		507CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
507	507BYS1	1,60	0,10	4,50	0,07	13,10	0,21
CEB507	CEB1-C	2110,10	11,08	756,00	11,90	745,50	11,77
Celkem:		2111,60	11,08	760,50	11,97	760,50	11,97

Nárůst zkratu v uzlu 507CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		507CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		138,00	0,72	-48,00	-0,76	-48,00	-0,76
rozdíl (%)		6,99	6,95	-5,94	-5,97	-5,94	-5,97

Zkrat v uzlu 508CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		508CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
508	508 BYS1	1,50	0,01	3,10	0,05	8,60	0,14
CEB 508	CEB1-C	1972,10	10,35	805,40	12,68	800,00	12,60
Celkem:		1973,60	10,36	808,50	12,73	808,50	12,73

Zkrat v uzlu 508CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		508CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
508	508BYS1	1,60	0,01	4,50	0,07	13,10	0,21
CEB508	CEB1-C	2110,10	11,08	756,00	11,90	747,50	11,77
Celkem:		2111,60	11,08	760,50	11,97	760,50	11,97

Nárůst zkratu v uzlu 508CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		508CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		138,00	0,72	-48,00	-0,76	-48,00	-0,76
rozdíl (%)		6,99	6,95	-5,94	-5,97	-5,94	-5,97

Zkrat v uzlu 521CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		521CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
521	521 HUS1	58,20	0,31	40,20	0,63	78,00	1,23
CEB 521	CEB1-A	2437,50	12,79	852,30	14,05	854,90	13,46
Celkem:		2494,90	13,09	932,40	14,68	932,40	14,68

Zkrat v uzlu 521CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		521CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
521	521HUS1	58,20	0,31	40,20	0,63	78,00	1,23
CEB521	CEB-1A	2437,60	12,79	892,10	14,05	854,60	13,46
Celkem:		2495,00	13,10	932,20	14,68	932,20	14,68

Nárůst zkratu v uzlu 521CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		521CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,01	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,08	-0,02	0,00	-0,02	0,00

Zkrat v uzlu 524CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		524CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
524	524 BLA1	2,70	0,01	10,00	0,16	28,30	0,45
CEB 524	CEB1-C	1971,00	10,35	758,60	12,58	780,50	12,29
Celkem:		1973,60	10,36	808,60	12,73	808,60	12,73

Zkrat v uzlu 524CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		524CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
524	524BLA1	2,80	0,01	14,90	0,24	43,50	0,69
CEB524	CEB-1	2108,90	11,07	745,70	11,74	717,40	11,30
Celkem:		2111,60	11,08	760,60	11,98	760,60	11,98

Nárůst zkratu v uzlu 524CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		524CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		138,00	0,72	-48,00	-0,75	-48,00	-0,75
rozdíl (%)		6,99	6,95	-5,94	-5,89	-5,94	-5,89

Zkrat v uzlu 526CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		526CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
526	526 VOP1	1,30	0,01	6,10	0,10	17,70	0,28
CEB 526	CEB1-C	1972,30	10,35	802,50	12,64	791,00	12,46
Celkem:		1973,60	10,36	808,60	12,73	808,60	12,73

Zkrat v uzlu 526CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		526CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
526	526VOP1	1,30	0,01	9,20	0,15	27,40	0,43
CEB526	CEB-1	2110,30	11,08	751,30	11,83	733,40	11,55
Celkem:		2111,60	11,08	760,50	11,98	760,50	11,98

Nárůst zkratu v uzlu 526CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		526CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		138,00	0,72	-48,10	-0,75	-48,10	-0,75
rozdíl (%)		6,99	6,95	-5,95	-5,89	-5,95	-5,89

Zkrat v uzlu 5533CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5533CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5533	5533VBI1	10,10	0,05	25,00	0,39	69,30	1,09
CEB5533	CEB1-B	2169,40	11,39	749,30	11,80	705,30	11,11
Celkem:		2179,50	11,44	774,30	12,19	774,30	12,19

Zkrat v uzlu 5533CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5533CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5533	5533VBI1	10,10	0,05	25,00	0,39	69,40	1,09
CEB5533	CEB1-B	2169,60	11,39	749,00	11,79	705,00	11,10
Celkem:		2179,60	11,44	774,10	12,19	774,10	12,19

Nárůst zkratu v uzlu 5533CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5533CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,00	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,00

Zkrat v uzlu 5534CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5534CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5534	5534 VMZ1	9,60	0,05	15,50	0,24	41,00	0,65
CEB 5534	CEB1-B	2169,90	11,39	758,70	11,95	733,50	11,55
Celkem:		2179,50	11,44	774,20	12,19	774,20	12,19

Zkrat v uzlu 5534CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5534CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5534	5534VMZ1	9,60	0,05	15,50	0,24	41,00	0,65
CEB5534	CEB1-B	2170,00	11,39	758,50	11,94	733,20	11,55
Celkem:		2179,60	11,44	774,00	12,19	774,00	12,19

Nárůst zkratu v uzlu 5534CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5534CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,00	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,00

Zkrat v uzlu 5537CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5537CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5537	5537DR01	1,60	0,01	6,20	0,10	17,60	0,28
CEB 5537	CEB1-C	1972,00	10,35	803,40	12,63	791,00	12,46
Celkem:		1973,60	10,36	808,60	12,73	808,60	12,73

Zkrat v uzlu 5537CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5537CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5537	5537DRO1	1,70	0,01	9,20	0,14	27,10	0,43
CEB5537	CEB1-C	2110,00	11,07	751,40	11,83	733,60	11,55
Celkem:		2111,60	11,08	760,50	11,98	760,50	11,98

Nárůst zkratu v uzlu 5537CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5537CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		138,00	0,72	-48,10	-0,75	-48,10	-0,75
rozdíl (%)		6,99	6,95	-5,95	-5,89	-5,95	-5,89

Zkrat v uzlu 5554CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5554CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5554	5554BHC1	62,50	0,33	34,90	0,55	58,60	0,92
CEB5554	CEB1-A	2432,70	12,77	897,20	14,13	873,70	13,76
Celkem:		2495,00	13,10	932,10	14,68	932,10	14,68

Zkrat v uzlu 5554CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5554CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5554	5554BHC1	62,50	0,33	34,90	0,55	58,60	0,92
CEB5554	CEB1-A	2432,70	12,77	897,20	14,13	873,70	13,76
Celkem:		2495,00	13,10	932,10	14,68	932,10	14,68

Nárůst zkratu v uzlu 5554CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5554CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		40,10	0,01	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		1,63	0,08	-0,02	0,00	-0,02	0,00

Zkrat v uzlu 5597CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5597CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5597	5597BOS1	2,30	0,01	9,40	0,15	27,40	0,43
CEB 5597	CEB1-C	1971,30	10,35	759,20	12,58	781,40	12,30
Celkem:		1973,60	10,36	808,60	12,73	808,60	12,73

Zkrat v uzlu 5597CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5597CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5597	5597BOS1	2,30	0,01	14,20	0,22	42,40	0,67
CEB5597	CEB1-C	2111,00	11,08	746,70	11,76	718,90	11,32
Celkem:		2113,30	11,09	760,90	11,98	760,90	11,98

Nárůst zkratu v uzlu 5597CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5597CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		139,70	0,73	-47,70	-0,75	-47,70	-0,75
rozdíl (%)		7,08	7,05	-5,90	-5,89	-5,90	-5,89

Zkrat v uzlu T401CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB1T401	CEB1-B	71,00	0,37	81,70	1,29	205,00	3,23
T401 CEB4	T401CEBT	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2186,50	11,48	777,90	12,25	779,90	12,25

Zkrat v uzlu T401CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEB1 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB1T401	CEB1-B	71,00	0,37	81,70	1,29	205,20	3,23
T401CEB4	T401CEBT	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2186,60	11,48	777,60	12,24	777,60	12,24

Nárůst zkratu v uzlu T401CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	T401CEB1 110kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,10	0,00	-0,30	-0,01	-2,30	-0,01
rozdíl (%)	0.00	0.00	-0.04	-0.08	-0.29	-0.08

Zkrat v uzlu CEB1T402 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1T402 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 1 T402	CEB1-A	403,00	2,12	244,30	3,85	432,40	6,81
CEB 4 T402	DCEB42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2502,60	13,14	936,30	14,74	936,30	14,74

Zkrat v uzlu CEB1T402 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1T402 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB1T402	CEB1-A	403,00	2,12	244,40	3,85	432,70	6,81
CEB4T402	DCEB42	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2502,70	13,14	936,10	14,74	936,10	14,74

Nárůst zkratu v uzlu CEB1T402 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu	CEB1T402 110 kV					
příspěvky z uzlu	3f RST		1f R ₀			
	S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl	0,10	0,00	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)	0,00	0,00	-0,02	0,00	-0,02	0,00

Zkrat v uzlu CEB1T403110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1T403 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB1 T403	CEB1-C	6,80	0,04	44,90	0,71	132,80	2,09
CEB4 T403	DCEB43	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		1979,50	10,39	813,00	12,80	813,00	12,80

Zkrat v uzlu CEB1T403 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB1T403 110kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB1T403	CEB1-C	6,80	0,04	68,90	1,08	207,30	3,26
CEB4T403	DCEB43	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		2120,10	11,13	764,40	12,04	764,40	12,04

Nárůst zkratu v uzlu CEB1T403110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		CEB1T403 110kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		140,60	0,74	-48,60	-0,76	-48,60	-0,76
rozdíl (%)		7,10	7,12	-5,98	-5,94	-5,98	-5,94

Zkrat v uzlu T401CEBT 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEBT 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
T401 CEB4	T401CEB1	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		890,10	48,95	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu T401CEBT 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		T401CEBT 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
T401 CEB4	T401CEB1	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		890,10	48,95	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu T401CEBT 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		T401CEBT 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DCEB42 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		DCEB42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 420	CEB 42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEB4T402	CEB1T402	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		1021,90	56,19	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DCEB42 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		DCEB42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 420	CEB 42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEB4T402	CEB1T402	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		1022,00	56,19	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu DCEB42 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		DCEB42 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu CEB42 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 420	DCEB 42	934,40	51,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem:		934,40	51,38	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu CEB42 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB42 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 420	DCEB 42	934,40	51,38	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem:		934,40	51,38	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu CEB42 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		CEB42 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DCEB43 10,5kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		DCEB43 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 430	CEB 43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEB T403	CEB1T403	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		791,10	43,50	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu DCEB43 10,5kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		DCEB43 10,5 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 430	CEB 43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEB T403	CEB1T403	TROJVINUŤOVÝ TRANSFORMÁTOR					
Celkem:		897,50	49,35	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu DCEB43 10,5kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		DCEB43 10,5 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		106,40	5,85	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		13,45	13,45	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu CEB43 10,25kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		CEB43 10,25 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 430	DCEB 43	739,70	40,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem:		739,70	40,67	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu CEB43 10,25kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		CEB43 10,25 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
CEB 430	DCEB 43	831,80	45,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem:		831,80	45,74	0,00	0,00	0,00	0,00

Nárůst zkratu v uzlu CEB43 10,25kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		CEB43 10,25 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		92,10	5,07	0,00	0,00	0,00	0,00
rozdíl (%)		12,45	12,47	0,00	0,00	0,00	0,00

Zkrat v uzlu 5222ACEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5222ACEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
522 A	OADA	59,40	0,31	42,90	0,68	85,40	1,34
CEB522A	CEB1-A	2436,20	12,79	889,60	14,01	847,40	13,34
Celkem:		2494,90	13,09	932,40	14,68	932,40	14,68

Zkrat v uzlu 5222ACEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5222ACEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
522 A	OADA	59,40	0,31	42,90	0,68	85,50	1,35
CEB522A	CEB1-A	2436,30	12,79	889,40	14,00	847,20	13,34
Celkem:		2495,00	13,10	932,20	14,68	932,20	14,68

Nárůst zkratu v uzlu 5222ACEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5222ACEB1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,01	-0,20	0,00	-0,20	0,00
rozdíl (%)		0,00	0,08	-0,02	0,00	-0,02	0,00

Zkrat v uzlu 5553 CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		5553CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5553	5553 MEY1	228,30	1,20	97,50	1,54	120,40	1,90
CEB 5553	CEB1-A	2268,60	11,91	835,60	13,16	812,70	12,80
Celkem:		2495,50	13,10	932,70	14,69	932,70	14,69

Zkrat v uzlu 5553CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		5553CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
5553	5553 MEY1	228,30	1,20	97,50	1,54	120,50	1,90
CEB 5553	CEB1-A	2268,70	11,91	835,40	13,15	812,40	12,79
Celkem:		2495,60	13,10	932,50	14,68	932,50	14,68

Nárůst zkratu v uzlu 5553CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		5553CEB1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		0,10	0,00	-0,20	-0,01	-0,20	-0,01
rozdíl (%)		0,00	0,00	-0,02	-0,07	-0,02	-0,07

Zkrat v uzlu 523 CEB1 110 kV s transformátorem 250 MVA

Zkrat v uzlu		523CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
523	523 BLA1	2,70	0,01	10,00	0,16	28,30	0,45
CEB 523	CEB1-C	1971,00	10,35	798,60	12,58	780,00	12,29
Celkem:		1973,60	10,36	808,60	12,79	808,60	12,73

Zkrat v uzlu 523 CEB1 110 kV s transformátorem 350 MVA

Zkrat v uzlu		523CEB1 110 kV					
větev	z uzlu	3f RST		1f R ₀			
příspěvky z uzlu		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
523	523 BLA1	2,80	0,01	14,90	0,24	43,60	0,69
CEB 523	CEB1-C	2110,60	11,08	745,90	11,75	717,60	11,30
Celkem:		2113,30	11,09	760,90	11,98	760,90	11,98

Nárůst zkratu v uzlu 523CEB1 110 kV po výměně transformátoru 250 MVA za 350 MVA

Nárůst zkratu v uzlu		523CEB1 110 kV					
příspěvky z uzlu		3f RST		1f R ₀			
		S ₃ (MVA)	I _{R3} (kA)	S ₁ (MVA)	I _{R1} (kA)	S ₀ (MVA)	3I ₀ (kA)
rozdíl		139,70	0,73	-47,70	-0,81	-47,70	-0,75
rozdíl (%)		7,08	7,05	-5,90	-6,33	-5,90	-5,89

6. Vyhodnocení výpočtů, poznatky a zjednodušené odhady navýšení zkratových poměrů

Nejrozšířenějšími poruchami v elektrizační soustavě jsou zkraty. Zkrat vznikne poruchovým spojením fází navzájem, nebo se zemí v soustavě s uzemněným uzlem. Tím dochází ke vzniku nežádoucích zkratových proudů.

Hlavními příčinami vzniku zkratu bývají poruchy izolace, způsobené přepětím, přímým úderem blesku, zestárnutím izolačních materiálů a přímým poškozením venkovních vedení a kabelů.

Zařízení elektrizační soustavy musí být dimenzováno tak, aby odolalo všem druhům zkratů, protože nepříznivé účinky poruchových proudů způsobují oteplení zařízení, silové namáhání, problémy s přerušením proudu vypínače, porušení synchronismu paralelně spolupracujících soustav, znemožnění řádného chodu soustav a rušení sdělovacích vedení.

6.1. Úroveň zkratových proudů v PS

Hodnota ekvivalentního oteplovacího proudu (dle poslední platné verze ČSN) nesmí překročit:

- v soustavě U_n 400 kV - **50 kA (výjimečně 63 kA)**
- v soustavě U_n 220 kV - **31.5 kA**
- v soustavě U_n 110 kV - **40 kA**

Tyto mezní hodnoty jsou dány :

- Obecným požadavkem stanovení limitu úrovně zkratových proudů v PS, a tím zamezení jejich nekontrolovatelnému nárůstu a zvýšeným nákladům na rekonstrukci zařízení před skončením jejich technické životnosti.
- Problematikou ovlivňování sdělovacích a drážních zabezpečovacích zařízení, jejichž projekty a realizace jsou těmto hodnotám podřízeny.
- Souladem s typovou řadou úrovně zkratových proudů (přístroje s touto zkratovou odolností jsou běžně vyráběny).

Při rozvoji soustavy, buď z důvodu výstavby nových zdrojů nebo z důvodu posílení její konfigurace vyvolaném nesplněním kritéria “N – 1” či připojením velkého odběratele, dochází k nárůstu úrovně zkratových proudů. Výpočty těchto proudů jsou prováděny na matematickém modelu soustavy, přičemž jsou kontrolovány trojpólové i jednopólové hodnoty.

V soustavě 400 kV mají rozvodná zařízení zkratovou odolnost 50/125 kA, výjimečně (např. v místě soustředěné výroby el. energie) mohou mít zkratovou odolnost 63/160 kA. Pro zajištění budoucího rozvoje PS a využití technické životnosti zařízení se požaduje, aby při uvedení do provozu nové rozvodny či při rekonstrukci rozvodny stávající byla rezerva cca 12 kA ekvivalentního zkratového proudu zkratové odolnosti rozvodny vůči výpočtovým hodnotám v daném místě.

Při výpočtovém zjištění, že hodnoty zkratových proudů překračují uvedené limity, se navrhuje opatření jako rozdělení provozu rozvodu na dvě přípojnice, případně odzemnění některých uzlů transformátorů.

V rozvodnách pracujících z důvodu omezení zkratových proudů na dva systémy přípojníc, může v průběhu revizní kampaně nebo některých poruch, vyvstat požadavek provozu rozvodny na jednu přípojnic. V těchto režimech, požadavek dodržení dovolených mezí zkratových proudů, eventuálně vyvolá i nutnost odstávky bloků elektráren.

Respektování mezních hodnot uvedených v definici v procesu rozvoje soustavy může způsobit i vyloučení některých částí soustavy při určování možné lokalizace nových zdrojů.

[11]

6.2. Vyhodnocení výpočtů a poznatky a zjednodušené odhady navýšení zkratových poměrů

Z provedených výpočtů před a po záměně transformátorů řady 250 MVA za 350 MVA vychází, že dochází k nárůstu úrovně zkratových proudů. Již z výpočtů před záměnou transformátorů vychází, že zkratové příspěvky do terciáru transformátoru jsou značné a blíží se k hranici zkratové odolnosti 50 kA na kterou je standardně zařízení rozvodny dimenzováno.

Rozvodna Horní Životice se stávajícími transformátory řady 250 MVA sice vyhovuje zkratové odolnosti 50 kA, ale již není splněna požadovaná rezerva cca 12 kA ekvivalentního zkratového proudu zkratové odolnosti rozvodny. Po výměně transformátorů řady 250 MVA za větší řady 350 MVA již je na hranici i zkratová odolnost 50 kA, proto navrhuji při modernizaci rozvodny Horní Životice rozdělení provozu terciárů transformátorů na dvě přípojnice, tak jak je to již provedeno u rozvodu Nošovice a Čebín.

V rozvodnách Čebín a Nošovice jsou již přípojnice terciárů transformátorů rozděleny, proto by měly zkratové odolnosti rozvodu vyhovovat i po záměně transformátoru T403CEB za vyšší řadu 350 MVA (rozvodna Čebín) a doplnění třetího transformátoru řady 350 MVA do rozvodny Nošovice.

Závěr

V této diplomové práci jsem teoreticky popsal elektrizační soustavu, přechodové jevy v ní a jejich výpočet. Dále jsem popsal současný stav přenosové soustavy a její možnou obnovu a rozšíření vzhledem k technickým a finančním možnostem provozovatele, spolehlivosti, k požadavkům dodavatelů a odběratelů elektrické energie..

První kapitole jsem věnoval teoretickému rozboru sítí vvn a zvn. Popsal jsem elektrizační soustavu a její části, požadavky na elektrizační soustavu, strukturu elektrizační soustavy a přenosovou soustavu ČR.

Ve druhé kapitole jsem se věnoval teorii zkratových výpočtů, jejich definici a rozdělení přechodných jevů, elektromagnetickým přechodovým jevům v elektrizační soustavě a trojfázovému zkratu napájenému ideálním napětovým zdrojem.

Ve třetí kapitole jsem popsal současný stav přenosové soustavy České republiky, věnoval jsem se provozovateli přenosové soustavy kterým je ze zákona firma ČEPS, a.s., blíže jsem popsal přenosovou soustavu ČR, její zařízení, strukturu instalovaného výkonu, výrobu a spotřebu elektrické energie, bilanci elektrické energie ČR a přenosové soustavy. Dále jsem zmínil energetický zákon, který upravuje podnikání v energetických odvětvích na území České republiky. Věnoval jsem se Kodexu přenosové soustavy, který stanovuje pravidla a podmínky pro připojení a užívání přenosové soustavy.

Ve čtvrté kapitole jsem zmínil výhled lokalit s uvažovanou záměnou transformačních vazeb, plánování rozvoje přenosové soustavy, časové členění plánování rozvoje přenosové soustavy, rozvoj konfigurace přenosové soustavy, rozvoji transformačních vazeb PS/110 kV a investičnímu plánu společnosti ČEPS a.s.

V páté kapitole jsem provedl výpočty sítí, výpočty před a po výměně transformátorů. Výpočty byly prováděny pomocí programu GLF/AES s podklady a vstupními hodnotami dodanými společností ČEPS a.s.

V šesté části jsem provedl vyhodnocení výpočtů, a popsal jsem získané poznatky a uvedl zjednodušené odhady navýšení zkratových parametrů.

Tato diplomová práce popisuje elektrizační soustavu a současný stav přenosové soustavy České republiky. Dále popisuje výhled lokalit s plánovanou modernizací nebo novou výstavbou přenosové soustavy, tedy zdrojů, vedení a rozvoden.

Literatura

- [1] Hradílek Z. : Elektroenergetika, skripta VŠB Ostrava 1992
- [2] Santarius P. : Elektrické stanice a vedení, skripta VŠB Ostrava 1990
- [3] Hodinka, M., Fecko, Š., Němeček, F.: Přenos a rozvod elektrické energie, SNTL Praha, 1989
- [4] Kolcun, M. a kol.: Riadenie prevádzky elektrizačnej sústavy, vydavateľstvo Mercury 2002
- [5] Rusek, S.: Teoretická elektroenergetika, Skripta VŠB-TU, 1999
- [6] Rusek, S.: Přenos a rozvod elektrické energie, Učební texty VŠB-TU, Ostrava, 2001.
- [7] Krejčí P. : Cvičení z elektroenergetiky, skripta elektronická
- [8] Gurecký J. : studijní opory
- [9] Medvec Z. : studijní opory
- [10] Technická dokumentace ČEPS, data poskytl M. Matys, internetové stránky www.ceps.cz.
- [11] Kodex přenosové soustavy
- [12] Energetický zákon 458/2000 Sb.
- [13] Přednáška Modernizace a rozvoj přenosové soustavy ČR – V. Tošovský
- [14] Normy ČSN
- [15] Manuál k programu GLF/AES – J. Ptáček, P. Modlidba